

Mutu dan metode uji minyak nabati murni untuk bahan bakar motor diesel putaran sedang



Daftar isi

| | |
|------------------------------|----|
| Daftar isi..... | i |
| Prakata | ii |
| 1 Ruang lingkup..... | 1 |
| 2 Acuan normatif..... | 1 |
| 3 Istilah dan definisi | 1 |
| 4 Syarat mutu | 3 |
| 5 Pengambilan sampel | 4 |
| 6 Metoda pengujian | 4 |
| 7 Syarat lulus uji | 4 |
| 8 Pengemasan..... | 4 |
| 9 Metode-metode uji | 5 |
| Bibliografi | 52 |



Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai “Mutu dan cara uji minyak nabati murni untuk bahan bakar motor diesel putaran sedang” merupakan standar baru. Disusun dengan maksud untuk menetapkan persyaratan mutu dan metode minyak nabati murni yang akan digunakan dalam bentuk campuran dengan solar.

SNI ini disusun oleh Panitia Teknis 27-03, Energi Baru dan Terbarukan, melalui tahapan-tahapan baku tatacara perumusan standar nasional. Dan terakhir di bahan dalam Forum Konsensus pada Tanggal 14 Nopember 2007 yang dihadiri oleh pihak-pihak yang terkait.

Dalam rangka mempertahankan mutu ketersediaan standar yang tetap mengikuti perkembangan, maka diharapkan masyarakat standardisasi ketenagalistrikan memberikan saran dan usul demi kesempurnaan standar ini dan untuk revisi standar ini dikemudian hari.



Mutu dan Metode Uji

Minyak nabati murni untuk bahan bakar motor diesel putaran sedang

1. Ruang Lingkup

Standar ini menetapkan persyaratan mutu dan metode uji minyak nabati murni yang akan digunakan dalam bentuk campuran dengan solar sampai maksimum 50% volume untuk bahan bakar motor diesel non otomotif dengan putaran sampai dengan 1500 rpm, berbeban konstan dan telah diadaptasikan. Adaptasi motor diesel dapat dilakukan antara lain dengan penambahan pemanas agar saluran bahan bakar bertemperatur 60-70°C.

Standar ini meliputi ruang lingkup, istilah dan definisi, penggolongan, syarat mutu, cara pengambilan sampel, cara uji, syarat lulus uji, syarat penandaan, pengemasan dan rekomendasi yang memenuhi persyaratan spesifikasi yang diterbitkan oleh instansi yang berwenang.

2. Acuan Normatif

ASTM D 2500, *Standard test method for cloud point of petroleum products*

SNI 19-0429-1989, *Petunjuk pengambilan sampel cairan dan semi padat.*

SNI 01-2891-1992, *Cara Uji Makanan dan Minuman*

3. Istilah dan Definisi

3.1

minyak nabati murni (Pure Plant Oil-PPO)

minyak nabati yang telah mengalami proses degumming dan deasidifikasi

3.2

angka asam

jumlah miligram KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam bebas di dalam satu (1) gram sampel minyak nabati murni

3.3

angka iodium

ukuran empirik banyaknya ikatan rangkap (dua) di dalam (asam-asam lemak penyusun) minyak nabati murni dan dinyatakan dalam sentigram iodium yang diabsorpsi per gram sampel minyak nabati murni (%-massa iodium terabsorpsi).

3.4

viskositas

viskositas adalah tahanan fluida terhadap aliran; makin tinggi viskositas, makin besar pula tahanan terhadap aliran. Viskositas biasa diukur dengan menentukan waktu yang diperlukan fluida untuk mengalir karena gravitasi melalui pipa kapiler tegak berdiameter dan jarak tertentu dan, dengan faktor konversi alatnya, kemudian dinyatakan dalam satuan centistoke (cSt) atau mm²/detik.

3.5

angka penyabunan

angka penyabunan adalah banyak miligram KOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan satu (1) gram sampel minyak nabati murni.

3.6

massa jenis

massa jenis (*density*) adalah suatu angka yang menyatakan massa per satuan volume bahan bakar minyak pada temperatur tertentu dan biasanya dinyatakan dalam satuan kg/m^3 . Berat jenis (*specific gravity*) adalah perbandingan massa jenis minyak terhadap massa jenis air.

3.7

titik nyala

titik nyala atau titik kilat (*flash point*) adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah bahan bakar minyak yang akan mengakibatkan timbulnya penyalaan api sesaat, apabila ada api melintas didekat permukaan minyak tersebut. Titik nyala atau titik kilat adalah ukuran kemudahan terbakar dari suatu bahan.

3.8

titik kabut

titik kabut atau titik awan (*cloud point*) adalah temperatur awal suatu minyak mulai keruh, berkabut, tidak lagi jernih, atau tampak berawan padatan ketika didinginkan, akibat terbentuknya kristan-kristal padatan yang dapat menyumbat saluran bahan bakar.

3.9

angka setana

angka setana menunjukkan kemampuan bahan bakar untuk segera terbakar atau menyala sendiri diruang pembakaran motor bakar berpenyalaan kompresi (*compression-ignition engine*). Setana normal ($\text{n-C}_{16}\text{H}_{34}$) yang diberi angka setana 100 dan α -methyl naphtalene ($\text{C}_{10}\text{H}_7\text{CH}_3$) diberi angka cetana 0 adalah bahan bakar standar pengukuran. Angka setana yang tinggi menunjukkan bahwa bahan bakar dapat menyala pada temperatur yang relatif rendah (cepat menyala), sebaliknya angka setana yang rendah menunjukkan bahan bakar baru dapat menyala pada temperatur tinggi (lambat menyala).

3.10

kadar residu karbon

kadar residu karbon menunjukkan kecenderungan bahan bakar untuk membentuk jelaga (kerak hitam) dan dinyatakan dalam %-berat. Kadar residu karbon harus rendah agar bahan bakar tak menyebabkan penumpukan residu karbon dalam ruang pembakaran.

3.11

degumming

degumming adalah suatu proses pemurnian yang bertujuan untuk membersihkan minyak dari komponen-komponen yang akan membentuk getah (*gum*) jika terhidrasi (terutama fosfolipid).

3.12**deasidifikasi**

deasidifikasi adalah proses pemurnian minyak nabati dari asam lemak bebas. Deasidifikasi bisa dilakukan melalui penggunaan bahan kimia bersifat basa sehingga asam lemak bebas bereaksi membentuk sabun yang larut dalam air pencuci atau melalui pendistilasian asam lemak bebas pada kondisi vakum.

3.13**bahan tak tersabunkan**

bahan tak tersabunkan adalah senyawa-senyawa pengotor minyak nabati yang tidak bereaksi (tersabunkan) ketika minyak direaksikan dengan basa kuat (reaksi penyabunan). Bahan tak tersabunkan umumnya meliputi pewarna (pigmen), golongan sterol, fosfatida, alkohol suku tinggi dan hidrokarbon.

4. Syarat Mutu

Syarat mutu minyak nabati murni tertera pada Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1 Syarat Mutu Minyak Nabati Murni

| No. | Parameter | Satuan | Nilai |
|-----|--------------------------------|--------------------------|-------------|
| 1. | Angka asam | mg KOH/g | Maks 2.0 |
| 2 | Kadar fosfor | (mg/kg) | maks 10 |
| 3 | Kadar air & sedimen | % - volume | maks 0.075* |
| 4 | Kadar bahan tak tersabunkan | %-berat | Maks 2.0 |
| 5 | Viskositas kinematik pd 50 °C | mm ² /s (cSt) | Maks 36 |
| 6 | Kadar abu tersulfatkan | %-massa | Maks 0.02 |
| 7 | Angka penyabunan | mg KOH/g | 180 – 265 |
| 8 | Angka Iodium | g-I ₂ /100g | Maks 115 |
| 9 | Titik nyala (mangkok tertutup) | °C | Min 100 |
| 10 | Kadar residu karbon | %-massa | Maks 0.4 |
| 11 | Massa jenis pada 50 °C | kg/m ³ | 900-920 |
| 12 | Angka setana | - | Min 39 |
| 13 | Kadar belerang | (%m/m) | Maks 0.01 |

* Catatan dapat diuji terpisah dengan ketentuan kandungan sedimen maksimum 0.01 %-berat

5. Pengambilan Sampel

Cara pengambilan sampel sesuai dengan SNI 19-0429-1989, *Petunjuk Pengambilan Sampel Cairan dan Semi Padat*.

6. Metoda Pengujian

Metoda uji mutu minyak nabati murni yang digunakan ditampilkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Metoda uji mutu minyak nabati murni

| Parameter | Metoda uji |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Angka asam | Lihat bagian 9.1 |
| Kadar fosfor | Lihat bagian 9.2 |
| Kadar air dan sedimen | Lihat bagian 9.3, 9.4 dan 9.5 |
| Kadar bahan tak tersabunkan | Lihat bagian 9.6 |
| Viskositas kinematik pd 50 °C | Lihat bagian 9.7 |
| Kadar abu tersulfatkan | Lihat bagian 9.8 |
| Angka penyabunan | Lihat bagian 9.9 |
| Angka iodium | Lihat bagian 9.10 |
| Titik nyala (mangkok tertutup) | Lihat bagian 9.11 |
| Residu karbon | Lihat bagian 9.12 |
| Massa jenis pada 50 °C | Lihat bagian 9.13 |
| Angka setana | Lihat bagian 9.14 |
| Kadar belerang | Lihat bagian 9.15 |

7. Syarat Lulus Uji

Sampel uji dinyatakan lulus uji apabila memenuhi syarat mutu sesuai dengan Tabel 1.

8. Pengemasan

Produk dikemas dalam wadah tertutup yang tidak bereaksi terhadap isi dan aman selama pengangkutan dan penyimpanan.

9. Metode-Metode Uji

9.1. Angka Asam

9.1.1. Prinsip

Pelarutan contoh lemak/minyak nabati murni dalam pelarut organik tertentu (Alkohol 95% netral) dilanjutkan dengan penitrasi dengan basa (NaOH atau KOH).

9.1.2. Reaksi



9.1.3. Pereaksi

- Larutan Alkohol 95% Netral
Masukan alkohol 95% sebanyak yang diperlukan ke dalam Erlenmeyer, bubuhi beberapa tetes indikator fenolftalein kemudian titrasi dengan larutan standar NaOH 0,1N sampai terbentuk warna merah muda.
- Indikator Fenolftalein (PP) 0.5%.
Larutkan 0,5 gram fenolftalein dalam 100 ml etanol 95%.
- Larutan Standar NaOH 0,1N.
 - Pembuatan larutan NaOH 50% (larutan Sorensen)
Larutkan 100 gram NaOH dalam air suling bebas CO₂ sebanyak 100 ml.
 - Pembuatan larutan Standar NaOH 0,1N
Larutkan 5,26 ml NaOH 50% (19N) kedalam labu ukur 1000 ml dan ditara sampai tanda garis dengan air suling bebas CO₂. Tetapkan normalitas larutan tersebut.

9.1.4. Peralatan

- Neraca analitik, ketelitian minimal 0,1 ml terkalibrasi
- Erlenmeyer 250 ml, terkalibrasi.
- Buret 10 ml atau 50 ml, terkalibrasi.

9.1.5. Cara Kerja

- Timbang dengan seksama 2-5 gram contoh kedalam Erlenmeyer 250 ml.
- Tambahkan 50 ml Etanol 95% Netral.
- Tambahkan 3-5 tetes indikator PP dan titrasi dengan larutan standar NaOH 0,1 N hingga warna merah muda tetap (tidak berubah selama 15 detik)
- Lakukan penetapan duplo
- Hitung angka asam contoh.

9.1.6. Perhitungan

Angka asam dinyatakan dalam mg-KOH/g contoh, dihitung sampai dua desimal dengan menggunakan rumus :

$$\frac{56,1 \times V \times T}{m}$$

Keterangan :

V adalah Volume NaOH yang diperlukan dalam penitrasi, dinyatakan dalam , ml.
T adalah normalitas NaOH
m adalah bobot contoh, dinyatakan dalam gram.

9.2. Kadar Fosfor

9.2.1. Ruang Lingkup

Metoda ini digunakan untuk menentukan kadar fosfor dalam minyak

9.2.2. Prinsip

Pengabuan contoh minyak nabati murni yang telah ditambahi seng oksida (ZnO), disusul dengan pengukuran spektrofotometrik fosfor sebagai kompleks asam fosfomolibdat yang berwarna biru

9.2.3. Peralatan

- Krus-krus Vycor (atau yang ekuivalen) – mampu menahan temperatur oven/tungku *muffle*/pemanas sampai paling sedikitnya 600 °C, kapasitas 50 ml.
- Kaca masir (kaca arloji) – diameter 75 mm.
- Pelat pemanas listrik dengan pengendali reostat.
- Oven/tungku *muffle*/pemanas – dengan pirometer dan pengendali yang sesuai untuk mempertahankan temperatur 550 – 600 °C.
- Corong gelas – bertangkai pendek dan berdiameter 50 mm.
- Kertas saring – tak berabu, diameter 90 mm, Whatman no. 42 atau yang ekuivalen.
- Botol pencuci – 1 liter, untuk pencucian dengan air panas.
- Labu-labu ukur/takar volumetrik – 50, 100, 250, dan 500 ml, masing-masing bertutup gelas.
- Pipet-pipet seukuran – 2, 5, 10 dan 25 ml.
- Pipet tipe Mohr, 10 ml, dengan skala 0,1 ml.
- Spektrofotometer yang mampu mengukur absorbansi pada 650 nm dengan keakuratan 0,5 %.
- Kuvet-kuvet – $1,000 \pm 0,005$ cm, cocok untuk daerah sinar tampak.

9.2.4. Reagen-reagen

- Asam khlorida (HCl) pekat – berat jenis 1,19 (lihat Catatan peringatan).
- Seng oksida (ZnO) – mutu reagen (*reagent grade* atau p.a.)
- Pelet-pelet kalium hidroksida (KOH) – mutu reagen (lihat Catatan peringatan).
- Asam sulfat (H₂SO₄) pek
- at** – berat jenis 1,84 (lihat Catatan peringatan).
- Natrium molibdat – mutu reagen.
- Hidrazin sulfat – mutu reagen (lihat Catatan peringatan).
- Kaliumdihidrogen fosfat (KH₂PO₄) – mutu reagen; dikeringkan dahulu selama 2 jam pada 101 °C sebelum digunakan.

9.2.5. Larutan

- Natrium molibdat – Tambahkan hati-hati 140 ml asam sulfat pekat ke dalam 300 ml akuades. Dinginkan sampai temperatur kamar dan tambahi 12,5 gram natrium molibdat. Pindahkan secara kuantitatif ke dalam labu takar 500 ml dan encerkan dengan akuades sampai ke garis batas-takarnya; campurkan baik-baik dan biarkan larutan selama 24 jam sebelum digunakan.
- Hidrazin sulfat 0,015 % - Larutkan 0,150 gram hidrazin sulfat ke dalam 1 liter akuades.
- Larutan kalium hidroksida 50 %-b – Larutkan 50 gram KOH ke dalam 50 gram akuades dan dinginkan hingga temperatur kamar (lihat Catatan peringatan).
- Larutan fosfat standar -
 - Larutan standar untuk stok – Larutkan 1,0967 gram KH₂PO₄ kering (reagen 7) ke dalam sejumlah akuades, pindahkan secara kuantitatif ke dalam labu takar 250 ml

dan encerkan dengan akuades hingga ke garis batas-takarnya, kemudian campurkan baik-baik. Larutan ini mengandung 1 miligram fosfor per mililiter.

- (2). Larutan standar untuk kerja – Pipet 5 ml larutan standar untuk stok dan kucurkan ke dalam labu takar 500 ml. Encerkan hingga ke garis batas-takar dengan akuades dan campurkan baik-baik. Larutan ini mengandung 0,01 miligram fosfor per mililiter.

9.2.6. Prosedur

- a) Timbang $3,0 - 3,2 \pm 0,001$ gram contoh minyak nabati murni ke dalam krus Vycor. Tambahi 0,5 gram seng oksida (ZnO).
- b) Panaskan perlahan pada pelat pemanas listrik sampai contoh mengental. Kemudian tingkatkan pemanasan perlahan-lahan sampai massa sempurna menjadi arang.
- c) Tempatkan krus di dalam oven/tungku *muffle*/pemanas pada $550 - 600^\circ\text{C}$ dan biarkan di sana selama 2 jam. Sesudah ini, keluarkan dari oven/tungku dan biarkan mendingin hingga temperatur kamar.
- d) Tambahkan 5 ml akuades dan 5 ml HCl pekat kepada abu di dalam krus tersebut.
- e) Tutup krus dengan kaca masir/arloji dan panaskan sampai mendidih perlahan selama 5 menit.
- f) Saring larutan ke dalam labu takar 100 ml. Bilas sisi dalam kaca masir/arloji dan dinding dalam krus dengan kira-kira 5 ml akuades panas, dengan menggunakan botol pencuci dan pancaran air yang halus. Kemudian, bilas lagi krus dan kertas saring dengan 4×5 ml akuades panas.
- g) Dinginkan larutan hingga temperatur kamar dan netralkan sampai agak keruh dengan penambahan tetes demi tetes larutan KOH 50 %. Tambahkan tetes demi tetes HCl pekat agar seng oksida tepat melarut dan kemudian tambahkan lagi 2 tetes HCl pekat. Encerkan larutan sampai ke garis batas-takar dan campurkan baik-baik.
- h) Pipet 10 ml larutan dari labu takar ke dalam labu takar 50 ml (lihat Catatan no. 1)
- i) Tambahkan berturut-turut 8,0 ml larutan hidrazin sulfat dan 2,0 ml larutan natrium molibdat.
- j) Tutup labu takar, jungkirkan 3 atau 4 kali. Longggarkan tutupnya dan panaskan selama $10 \pm 0,5$ menit di dalam bak air yang mendidih kuat.
- k) Singkirkan labu dari bak air mendidih, dinginkan sampai $25 \pm 5^\circ\text{C}$ dalam bak air dingin. Sesudahnya, encerkan dengan akuades sampai garis batas-takar dan campurkan baik-baik (lihat Catatan no. 2)
- l) Isikan larutan ke dalam kuvet yang bersih dan kering. Kemudian ukur absorbansinya pada 650 nm. Sebelumnya, spektrofotometer harus diset berpembacaan 0 % absorbansi (100 % transmitansi) untuk kuvet berisi akuades (lihat Catatan no. 1).
- m) Siapkan reagen blangko dengan mengikuti prosedur no. 1 s/d no. 12 tetapi tanpa ada contoh minyak nabati murni.
- n) Ukur kadar fosfor larutan contoh dan larutan blangko via perbandingan dengan kurva standar yang diperoleh sebagai berikut:
 Pembuatan kurva standar :
 (1). Pipet 0,0; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 dan 10,0 ml larutan standar untuk kerja (larutan h1) ke dalam labu-labu takar 50 ml dan kemudian lakukan prosedur no. 9 s/d no. 12. Catat absorbansinya sebagai respons terhadap 0,0; 0,01; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08 dan 0,1 miligram fosfor.
 (2). Plot absorbansi tiap standar ini terhadap kadar fosfornya dalam miligram pada suatu kertas grafik berskala linier

9.2.7. Perhitungan

Kadar fosfor dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar fosfor (\%-b)} = \frac{10(A - B)}{W \times V}$$

dengan pengertian:

- A adalah kadar fosfor di dalam kuvet contoh yang dianalisis, mg
- B adalah kadar fosfor di dalam kuvet berisi larutan blangko, mg.
- W adalah berat contoh minyak nabati murni, gr.
- V adalah volume larutan yang dipipet pada prosedur no. 8.

9.2.8. Catatan-catatan

Catatan Peringatan

Asam khlorida (HCl) pekat adalah asam kuat dan akan menyebabkan kulit terbakar. Uapnya menyebabkan peracunan jika terhirup dan terhisap serta menimbulkan iritasi kuat pada mata dan kulit. Jas dan sarung tangan pelindung harus dipakai ketika bekerja dengan asam ini. Penanganannya disarankan dilakukan dalam lemari asam yang beroperasi dengan benar. Pada pengenceran, asam harus selalu yang ditambahkan ke air/akuades dan bukan sebaliknya.

Kalium hidroksida (KOH), seperti alkali-alkali lainnya, dapat membakar parah kulit, mata dan saluran pernafasan. Kenakan sarung tangan karet tebal dan pelindung muka untuk menangkal bahaya larutan alkali pekat. Gunakan peralatan penyingkir asap atau topeng gas untuk melindungi saluran pernafasan dari uap atau debu alkali. Pada waktu bekerja dengan bahan-bahan sangat basa seperti kalium hidroksida, tambahkan selalu pelet-pelet basa ke air/akuades dan bukan sebaliknya. Alkali bereaksi sangat eksoterm jika dicampur dengan air; persiapkan sarana untuk mengurung larutan basa kuat jika bejana pencampur sewaktu-waktu pecah/retak atau bocor akibat besarnya kalor pelarutan yang dilepaskan.

Asam sulfat adalah asam kuat dan akan membakar parah kulit. Kenakan jas dan sarung tangan pelindung jika bekerja dengan asam ini. Karena merupakan oksidator kuat, asam sulfat tak boleh disimpan di dekat bahan-bahan organik.

Pencampurannya dengan air harus dilakukan dengan sangat hati-hati karena pelepasan kalor yang besar dapat membangkitkan cipratan yang eksplosif. Selalu tambahkan asam sulfat ke dalam air/akuades dan bukan sebaliknya.

Hidrazin sulfat dapat menyebabkan iritasi mata, kulit dan membran tenggorokan serta kerusakan liver dan ginjal. Senyawa ini diketahui karsinogen bagi binatang-binatang percobaan laboratorium dan mengakibatkan tumor-tumor liver dan paru-paru pada tikus, sehingga dicurigai karsinogen pula bagi manusia. Kesiagaan dalam menangani zat ini mencakup penggunaan sarung tangan, pelindung mata dan saluran pernafasan. Hindari penghirupan debu atau serbuknya. Buang bahan dan larutan bekasnya secara layak dan aman.

Catatan Bernomor

1. Jika absorbansi dari larutan berwarna yang diukur pada prosedur no. 12 ternyata terlalu tinggi (> 0,9 atau 90 %), pipet sejumlah larutan yang lebih kecil dari yang dinyatakan dalam prosedur no. 12 (misalnya saja 2,0 ml), encerkan hingga 10 ml dengan penambahan akuades via pipet tipe Mohr dan lanjutkan seperti diuraikan prosedur no. 9 s/d no. 12.

2. Contoh-contoh yang berkadar fosfor tinggi masih bisa memberikan absorbansi $>Z 0,9$ (atau 90 %). Jika hal ini ditemui, pipet 10 ml larutan contoh yang dibuat dengan prosedur no. 7 ke dalam labu takar 100 ml dan encerkan sampai ke garis batas-takarnya dengan akuades.

Laksanakan urutan pengembangan warna yang diuraikan dalam prosedur no. 8 s/d no. 12 dengan contoh terpipet yang sesuai dan diencerkan sampai 10 ml dengan akuades. Kalikan kadar fosfor yang diperoleh dengan persamaan pada bagian "Perhitungan" dengan faktor pengenceran (10 jika mengikuti prosedur yang diuraikan pada paragraf ini).

3. Selang waktu antara pengembangan warna dalam prosedur no. 11 dan pengukuran absorbansi dalam prosedur no. 12 tak boleh terlalu lama.

9.2.9. Pelaporan

Catat pada buku kerja hal-hal berikut :

- Parameter yang dianalisis
- Nama analis dan tanda tangan
- Tanggal analisa
- Rekaman absorbansi
- Nomor contoh uji
- Batas deteksi
- Perhitungan
- Hasil pengukuran kadar fosfor

9.3. Kadar air dan sedimen

9.3.1. Prinsip

Metode analisa standar untuk kadar air dan sedimen dengan sentrifuge untuk sampel minyak nabati murni / PPO.

9.3.2. Ruang Lingkup

- Metode ini mencakup pengukuran volume air bebas dan sedimen dalam minyak nabati murni / PPO dengan viskositas pada 40°C (104°F) = 2.0 s/d 6.0 cSt & densitas $740 - 960 \text{ kg/m}^3$.
- Metode ini digunakan sebagai indikasi keberadaan air & sedimen dalam minyak nabati murni / PPO yang dapat mengakibatkan pengotoran pada fasilitas penyimpanan dan menyebabkan masalah pada sistem pembakaran bahan bakar dalam mesin. Disamping itu air juga dapat menyebabkan korosi pada tanki dan peralatan dan memicu pertumbuhan mikroba.

9.3.3. Peralatan :

- Sentrifuge dengan relative *centrifuge force* (rcf) 800 ± 60
- Tabung sentrifuge 100 ml dengan skala yang bisa mengukur sampai 0.01 ml
- Neraca.

9.3.4. Prosedur

1. Set temperatur sentrifuge pada 21 – 32 °C atau 70 – 90 °F.
2. Masukkan sampel ke dalam tabung sentrifuge dan tutup tabung.
3. Masukkan tabung yang berisi sampel ke dalam swing sentrifuge dengan posisi diagonal untuk berat yang sama.
4. Sampel disentrifuge selama 10 menit dengan kecepatan yang sesuai dengan diameter swing (lihat Tabel 5.3).

Tabel 3. Data Kecepatan Rotasi Sentrifuge dan Diameter Swing.

| Diameter Swing (cm) | Rpm pada 500 rcf | Rpm pada 800 rcf |
|---------------------|------------------|------------------|
| 30.5 | 1710 | 2160 |
| 33.0 | 1650 | 3090 |
| 35.6 | 1590 | 2000 |
| 38.1 | 1530 | 1930 |
| 40.6 | 1480 | 1870 |
| 43.2 | 1440 | 1820 |
| 45.7 | 1400 | 1770 |
| 48.3 | 1360 | 1720 |
| 50.8 | 1330 | 1680 |
| 53.3 | 1300 | 1640 |
| 55.9 | 1270 | 1600 |
| 58.4 | 1240 | 1560 |
| 61.0 | 1210 | 1530 |

5. Setelah selesai disentrifuge, baca volume air dan sedimen yang terendapkan di bagian dasar tabung sentrifuge.

9.3.5. Laporan / Hasil

Hasil pembacaan volume air dan sedimen dibagi dengan volume sampel dan dilaporkan dalam persen volume.

9.4. Kadar Air Metoda Oven

9.4.1. Acuan

Standar Nasional Indonesia SNI 01-2891-1992 Cara Uji Makanan dan Minuman

9.4.2. Prinsip

Kehilangan berat pada pemanasan 1050C dianggap sebagai kadar air yang terdapat dalam contoh.

9.4.3. Peralatan

- Neraca analitik
- Oven pengering dengan pemanas listrik
- Botol timbang aluminium dengan diameter 8 cm – 9 cm, dalamnya 4 cm sampai 5 cm, dasar rata
- Desikator

9.4.4. Cara Kerja

- a. Panaskan botol timbang berisi pasir laut kering (kuarsa / kertas saring berlipat) dan pengaduk pada oven dengan suhu 105 °C selama satu jam.
- b. Dinginkan dalam desikator selama ½ jam
- c. Timbang dan catat bobotnya (m_1)
- d. Timbang contoh minyak sebanyak 5 gram pada bobot timbang yang sudah didapat bobot konstan
- e. Panaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama satu jam

$$\text{Kadar air} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \%$$

likan, m_2 = bobot cuplikan setelah

9.5. Kadar sedimen (pengotor)

9.5.1. Tujuan

Untuk mengetahui kadar kotoran yang terdapat dalam bahan baku minyak nabati murni/PPO

9.5.2. Definisi

Yang dimaksud dengan kotoran dalam sampel bahan baku biooil adalah bobot yang tersaring pada penyaringan sampel.

9.5.3. Peralatan

1. Erlenmeyer
2. Corong
3. Kertas saring whatman 41

9.5.4. Bahan kimia

N hexane

9.5.5. Cara Kerja

1. Timbang bobot kertas saring (m1)
2. Timbang 20 g sampel ke kertas saring dengan ketelitian sampai 0.0001 (m2)
3. Masukkan n hexane kedalam sampel, larutkan.
4. Kemudian sampel disaring sampai tidak tersisa
5. Kertas saring hasil penyaringan kemudian, dimasukkan kedalam oven. Panaskan sampai 105°C, selama 1 Jam.
6. Masukkan kedalam desikator.
7. Timbang kertas saring dari hasil penyaringan (m3)

9.5.6. Laporan / Hasil

Kadar kotoran dihitung sbb :

$$\text{Kadar kotoran} = \frac{m3 - m1}{m2} \times 100 \%$$

9.6. Kadar Bahan Tak tersabunkan

9.6.1. Definisi

Bahan tidak tersabunkan adalah senyawa-senyawa yang sering terdapat larut dalam minyak dan tidak dapat disabunkan dengan soda alkali. Termasuk di dalamnya yaitu alkohol suku tinggi, sterol, zat warna dan hidrokarbon.

Cara pengujian ini dapat digunakan untuk semua minyak dan lemak hewani dan nabati, tetapi tidak sesuai untuk minyak dan lemak dengan kadar fraksi tidak tersabunkan relatif tinggi, misalnya seperti minyak dari hewan laut.

9.6.2. Peralatan

1. Erlenmeyer atau botol soxhlet
2. Pendingin tegak
3. Labu ekstraksi
4. Oven hampa udara
5. Desikator
6. Neraca analitik

9.6.3. Bahan kimia

1. Alkohol 95%
2. Larutan KOH
3. Petroleum Eter
4. Indikator phenolphthalein
5. Alkohol 10%
6. NaOH 0,02 N

9.6.4. Prosedur:

Contoh yang telah diaduk ditimbang seberat 5 gram di dalam labu erlenmeyer atau botol soxhlet. Ditambahkan 30 mililiter alkohol 95 persen dan 5 ml larutan KOH 50 persen, kemudian dididihkan di bawah pendingin tegak selama 1 jam atau sampai semua lemak tersabunkan secara sempurna. Sabun yang terbentuk dipindahkan ke dalam labu ekstraksi, kemudian dibilas dengan alkohol sampai batas 40 ml, lalu dibilas dengan air panas dan air dingin sampai volume seluruhnya 80 ml. Botol bekas penyabunan dicuci dengan sedikit petroleum eter dan dikembalikan ke dalam labu ekstraksi. Labu dengan isinya didinginkan sampai suhu kamar (20 – 25 °C), lalu ditambahkan 50 ml petroleum eter. Labu ditutup kemudian dikocok selama 1 menit, sambil mengeluarkan gas yang terbentuk selama pengocokan. Selanjutnya labu tersebut didiamkan sampai terbentuk 2 lapis cairan. Lapisan petroleum eter dialirkan dan ditampung dalam corong pemisah 500 ml. Ekstraksi diulang dengan 50 ml petroleum eter sampai sedikitnya 6 kali sambil dikocok pada setiap kali ekstraksi.

Gabungan ekstrak ini dicuci 3 kali di dalam corong pemisah masing-masing dengan 25 ml alkohol 10 persen sambil dikocok. Setelah pencucian, lapisan alkohol ini dibuang dengan hati-hati sehingga lapisan petroleum eter tidak ada yang ikut terbuang. Ekstrak eter dipindahkan ke dalam gelas piala, dan diuapkan sampai kering di atas penangas air. Pengeringan disempurnakan sampai mencapai bobot tetap, dan sebaiknya dilakukan di dalam oven hampa udara pada suhu 750-800°C. Kemudian didinginkan di dalam desikator dan ditimbang. Setelah penimbangan, ampas (residu) ini dilarutkan dalam 50 ml alkohol 95 persen yang hangat (50°C) dan mengandung indikator phenolphthalein. Selanjutnya dititrasi dengan larutan NaOH 0,02 N sampai tepat terbentuk warna merah jambu.

Bobot asam lemak di dalam ekstrak (gram) sama dengan jumlah mililiter NaOH 0,02 N x 0,056.

$$\text{Bahan tidak tersabunkan} = \frac{(BR - BA) \times 100\%}{B}$$

Keterangan:

BR = Bobot residu (gram)

BA = Bobot asam lemak (gram)

B = Bobot contoh (gram)

Catatan: $0,056 = \text{BM NaOH} / 1000$

9.7. Viskositas Kinematik pada 50 °C

9.7.1. Peralatan

- Viscosity Measuring Unit
- Transparent Thermostat CT 1450/2
- Ubelohde Viscometer
- Stop watch
- Gelas kimia 50 ml
- Gelas ukur 25 ml

9.7.2. Bahan yang digunakan

- minyak
- Xylene
- Toluene
- Alkohol

9.7.3. Dasar Teori

Viskositas suatu cairan murni atau larutan merupakan indeks hambatan alir cairan. Viskositas dapat diukur dengan mengukur laju alir cairan yang melalui tabung yang berbentuk silinder. Cara ini merupakan salah satu cara yang paling mudah dan dapat digunakan untuk cairan ataupun gas.

Sesuai dengan hukum Hagen – Poiseuille, viskositas kinematik (ν) sebanding dengan waktu alir yang melalui kapiler viscometer.

$$\nu = K \cdot t$$

Hasilnya mempunyai dimensi mm^2/s (cSt). Metode ini paling akurat untuk mengukur cairan viscosity Newton.

9.7.4. Prosedur Pengukuran

Persiapan Transparent Termostat

- Pilih cairan *transparent termostat* sesuai dengan temperatur sampel yang akan diukur.
- Isi cairan ke dalam *transparent termostat* sampai tanda batas pengisian.
- Menghidupkan termostat

Tekan switch utama, hal ini akan menyebabkan lampu penunjuk yang berwarna hijau akan menyala dan display digital akan menunjukkan temperatur bath, motor pompa akan berjalan dan cairan akan disirkulasikan untuk mencapai setpoint temperatur.

Pengukuran

- Pengisian viscometer

Masukkan sekitar 15 ml sampel ke dalam gelas viscometer melalui mounting tube (3) ke reservoir bawah (4). Kapasitas pengisian kapiler ditandai dengan filling mark di reservoir bawah (4).

- Pengkondisian temperatur sampel

Setelah kapiler viscometer diisi sampel kemudian masukkan kapiler ke dalam dudukannya (*measuring stand*). Dan masukkan ke dalam termostat.

- Pengukuran

- Pilih preseleksi nomor pengukuran dengan menekan tombol "**nMeas**".
- Pilih preseleksi waktu kesetimbangan temperatur dengan menekan "**temp.Cond**".
- Pengukuran dimulai secara otomatis setelah habis waktu kesetimbangan temperatur
- Catat waktu yang tertera pada display.

9.7.5. Perhitungan

Viskositas kinematik dihitung sebagai berikut :

$$v = K \cdot t$$

dimana : v = viskositas kinematik dalam mm^2/s (cSt)

K = Konstanta kapiler dalam mm^2/s^2 (cSt/s)

T = waktu pengukuran aliran dalam detik (s)

Contoh Perhitungan

| | | |
|-----------------------|---|------------------------------|
| Konstanta kapiler IIC | = | 0.3149 |
| Rata-rata waktu alir | = | 14 s |
| Viskositas kinematik | = | $K \times t$ |
| | = | 0.3149×14 |
| | = | $4.41 \text{ mm}^2/\text{s}$ |
| | = | 4.41 cSt |

9.8. Kadar Abu tersulfatkan

9.8.1. Tujuan

Mengukur jumlah sulfat dalam residu yang tersisa dalam minyak nabati murni/PPO

9.8.2. Ruang Lingkup :

Uji ini meliputi indentifikasi sulfat dalam residu yang tesisa dalam minyak nabati murni/PPO dengan rentang 0,02%-berat sampai dengan 0,005%-berat

9.8.3. Ringkasan Uji Abu Tersulfatkan :

Cuplikan Contoh dibakar sampai terbentuk abu dan arang. Kemudian cuplikan ini didinginkan dan ditambahkan asam sulfat dan dipanaskan sampai suhu 775°C sehingga terjadi oksidasi arang secara sempurna. Perlakuan ini dilakukan beberapa kali sampai berat hasil penimbangannya konstan.

9.8.4. Peralatan :

- Evaporating Dish atau Crucible, 50 s/d 100 mL untuk cuplikan lebih dari 0,02%-berat abu tersulfatkan dan 120 atau 150 ml untuk cuplikan kurang dari 0,02%-berat dan terbuat dari porselin
- Tungku Elektrik, dengan suhu mencapai 775°C ±25°C.
- Timbangan, skala 0.1 mg

9.8.5. Bahan

- Air Destilat
- Asam Sulfat dengan densitas 1,84
- Larutan Asam sulfat 1:1 dengan ais destilat
- Propan – 2 – ol
- Toluen

9.8.6. Prosedur

- Pilih evaporating dish atau crucible yang sesuai dengan kandungan abu tersulfatkan.
- Panaskan evaporating dish atau crucible yang akan digunakan pada suhu 775°C ±25°C selama 10 menit. Dinginkan pada suhu ruangan dan timbang sampai ketelitian 0,1 mg
- Timbang cuplikan dengan jumlah :

$$W = 10/a$$

Dengan : W = berat cuplikan

a = abu tersulfatkan yang diharapkan, %-berat

Perhatikan, jangan sampai kelebihan berat cuplikan sampai dengan 80 gram. Karena hal ini akan menghasilkan abu tersulfatkan sebanyak 2%-berat, yang lebih dari rentang yang telah ditetapkan.

- Panaskan dish atau crucible dengan hati – hati sampai cuplikan terbakar dan atur suhu pemanasan agar konstan kemudian teruskan sampai terbentuk abu.
- Jika cuplikan tersebut mengandung air yang menyebabkan busa dan kehilangan material, buang material tersebut dan timbang kembali cuplikan yang baru kemudian ditambahkan Propan – 2 – ol 99% sebanyak 1-2 ml sebelum dipanaskan, dan jika hal ini belum berhasil tambahkan campuran 10 ml toluene dan Propan – 2 – ol dengan perbandingan volume yg sama. Tempatkan beberapa lembar ashless filter pd campuran ini dan ketika filter ini terbakar sebagian besar air akan terhilangkan.
- Biarkan cuplikan mengalami pendinginan pada suhu kamar, kemudian tambahkan asam sulfat untuk melengkapi proses oksidasinya dengan pemanasan kembali cuplikan dalam tungku pada suhu $775^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$
- Kemudian dinginkan cuplikan pada suhu kamar dan tambahkan 3 tetes air dan 10 tetes asam sulfat dan panaskan kembali sampai kadar air hilang.
- Timbang cuplikan beberapa kali sampai ketelitian 0,1 mg dan perbedaan penimbangan 1 mg.

9.8.7. Perhitungan :

$$\% \text{-Berat abu tersulfatkan} = (w/W \times 100)$$

Dengan :

w = berat abu tersulfatkan, gram

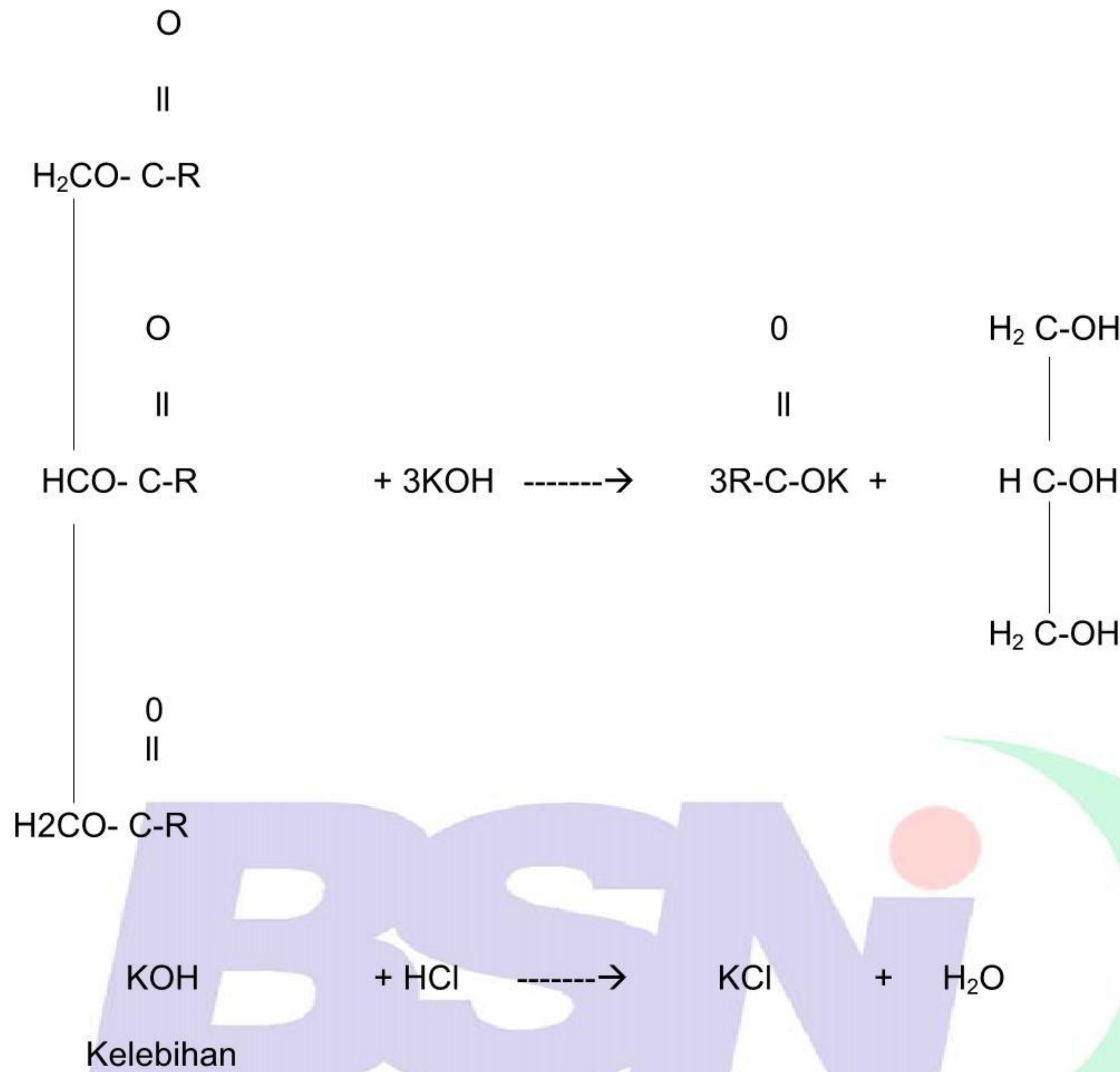
W = berat cuplikan, gram

9.9. Angka Penyabunan

9.9.1. Prinsip

Penyabunan contoh dengan larutan kalium hidroksida dalam etanol di bawah pendingin tegak dan penitaran kelebihan kalium hidroksida dengan asam khlorida dengan adanya indikator fenolftalein.

9.9.2. Reaksi



9.9.3. Pereaksi

- Kalium hidroksida 0,5 N dalam etanol 95%. Timbang KOH sebanyak kira-kira 40 gram dan dilarutkan dengan 25 ml air suling, kemudian encerkan dengan etanol 95% sampai 1 liter dan simpan dalam botol coklat.
- Asam klorida, HCl, 0,5 N. Larutkan 41,5 ml (HCl 37% bj. 1,19) menjadi 1 liter dengan air suling.
- Indikator larutan fenolftalein 0,5%. Larutkan 0,5 gram fenolftalein dalam alkohol 95% ke dalam labu ukur 100 ml.

9.9.4. Peralatan

- Neraca analitik, dengan ketelitian 0,1 mg terkalibrasi;
- Erlenmeyer 200 ml;
- Pendingin tegak yang panjangnya 1 m;
- Pipet volumetri 25 ml, terkalibrasi;
- Buret 50 ml, dengan ketelitian 0,01 ml, terkalibrasi;
- Penangas air atau pemanas listrik.

9.9.5. Cara Kerja

- Timbang kira-kira dua gram contoh ketelitian 0,0001 gram dan masukan ke dalam labu Erlenmeyer 250 ml.
- Tambahkan 25 ml KOH alkohol 0,5 dengan menggunakan pipet dan beberapa butir batu didih.
- Hubungkan Erlenmeyer dengan pendingin tegak dan didihkan di atas penangas air atau pemanas listrik selama satu jam.
- Tambahkan 0,5 ml -1 ml fenolftalein ke dalam larutan tersebut dan titer dengan asam klorida HCl 0,5 N sampai warna indikator berubah menjadi tidak berwarna.
- Lakukan penetapan duplo.
- Lakukan penetapan blanko.
- Hitung bilangan penyabunan dalam contoh.

9.9.6. Perhitungan

Bilangan penyabunan dinyatakan sebagai miligram KOH per gram lemak dihitung sampai satu desimal dengan menggunakan rumus:

$$\text{Bilangan penyabunan} = \frac{56,1 \times T \times (V_0 - V_1)}{m}$$

Keterangan :

V_0 adalah volume HCl 0,5 N yang diperlukan pada peniteran blanko (ml)

V_1 adalah volume HCl 0,5 N yang diperlukan pada peniteran contoh (ml)

T adalah normalitas HCl 0,5 N

m adalah bobot contoh, dinyatakan dalam gram

9.10. Angka Iodium

9.10.1. Ruang Lingkup

Dapat diterapkan untuk biooil / PPO yang berupa minyak dan asam-asam lemak.

9.10.2. Angka Iodium

Angka iodium adalah ukuran empirik banyaknya ikatan rangkap (dua) di dalam (asam-asam lemak penyusun) biooil dan dinyatakan dalam sentigram iodium yang diabsorpsi per gram contoh biooil (%-b iodium terabsorpsi). Satu mol iodium terabsorpsi setara dengan satu mol ikatan rangkap (dua).

9.10.3. Cara Uji

9.10.3.1. Prinsip

Iodin bereaksi dengan ikatan ganda. Jumlah iodine yang bereaksi dihitung dari selisih titran untuk blangko dan sampel.

9.10.3.2. Peralatan

- Labu iodium – bisa berupa botol atau labu Erlenmeyer bermulut besar dan bertutup gelas serta berkapasitas 500 ml.
- Labu-labu takar 1000 ml bertutup gelas, untuk menyiapkan larutan-larutan standar.
- Pipet seukuran 25 ml untuk memasukkan larutan Wijs.
- Pipet 20 ml dengan skala 1 ml, untuk memasukkan larutan KI 10 %.
- Pipet 2 – 5 ml dengan skala 1 ml, untuk memasukkan larutan pati.
- Pipet 50 ml dengan skala 1 ml untuk memasukkan akuades.
- Neraca analitik berketelitian $\pm 0,0001$ gram.
- Pelat pengaduk magnetik dengan batang pengaduknya.
- Kertas saring – Whatman no. 41H atau yang setara.
- Gelas piala 50 ml.
- Pengukur waktu (*timer*).

9.10.3.3. Bahan

Reagen-reagen

- Larutan/reagen Wijs (lihat Catatan peringatan dan catatan no. 1).
- Kalium iodida (KI) – mutu reagen atau p.a. (*pro analysis*).
- Karbon tetraklorida – mutu reagen (lihat Catatan peringatan). Kenihilan zat-zat dapat teroksidasi di dalam reagen ini harus diverifikasi dengan mengocok 10 ml reagen dengan 1 ml larutan jenuh kalium dikhromat dan 2 ml asam sulfat pekat : tak ada perebakan warna hijau. Jika tidak tersedia, karbon tetraklorida boleh diganti dengan campuran 50 %-v sikloheksan mutu reagen dan 50 %-v asam asetat glasial mutu reagen (lihat Catatan peringatan).
- Larutan indikator pati – segar (lihat Catatan no. 2) atau baru disiapkan. Kalium dikhromat mutu reagen. Sebelum digunakan harus digerus halus dan dikeringkan pada 105 – 110 °C sampai berberat konstan.
- Natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) – mutu reagen.

Larutan-larutan

- Larutan kalium iodida (KI) 10%
 - Timbang 100 gram Kalium iodida
 - Larutkan ke dalam aquades, disusul dengan pengenceran hingga bervolume 1 L

b) Larutan indikator pati

- 1) Buat pasta homogen 10 gram pati larut di dalam akuades dingin
- 2) Tambahkan pasta ini ke 1 liter akudes yang sedang mendidih kuat, aduk cepat-cepat selama beberapa detik dan kemudian dinginkan. Asam salisilat (1,25 g/l) boleh dibubuhkan untuk mengawetkan patinya
- 3) Uji kepekaan larutan pati
 - (a) Buat larutan khlor dengan cara mengencerkan 1 ml larutan natrium hipoklorit [NaOCl] 5 %-b, yang tersedia di perdagangan, menjadi 1000 ml.
 - (b) Masukkan 5 ml larutan pati ke dalam 100 ml akuades
 - (c) Tambahkan 0,05 ml larutan 0,1 N KI yang masih segar (baru dibuat) dan satu tetes larutan khlor
 - (d) Larutan harus menjadi berwarna biru pekat dan bisa dilunturkan dengan penambahan 0,05 ml larutan natrium tiosulfat 0,1 N.

c) Larutan baku kalium dikromat

- 1) Timbang 4,9035 larutan kalium dikromat kering dan tergerus
- 2) Larutkan ke dalam akuades di dalam labu takar 1 L, kemudian encerkan sampai garis batas sampai garis batas-takar pada 25 °C.

d) Larutan natrium tiosulfat 0,1 N

- 1) Larutkan 24,8 gram $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ke dalam akuades dan kemudian diencerkan sampai 1 liter
- 2) Standarisasi larutan natrium tiosulfat
 - (a) Pipet 25 ml larutan baku kalium dikromat ke dalam gelas piala 400 ml.
 - (b) Tambahkan 5 ml HCl pekat, 10 ml larutan KI dan aduk baik-baik dengan batang pengaduk atau pengaduk magnetik
 - (c) Kemudian, biarkan tak teraduk selama 5 menit dan selanjutnya tambahkan 100 ml akuades.
 - (d) Titrasi dengan larutan natrium tiosulfat sambil terus diaduk, sampai warna kuning hampir hilang
 - (e) Tambahkan 1 – 2 ml larutan pati dan teruskan titrasi perlahan-lahan sampai warna biru persis sirna.
 - (f) Hitung normalitas larutan natrium tiosulfat dengan persamaan berikut

$$\text{Normalitas lar. Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times N_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}}{V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}$$

dengan pengertian :

$V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}$ adalah volume kalium dikromat (ml)

$N_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}$ adalah normalitas kalium dikromat

$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ adalah volume natrium tiosulfat yang digunakan untuk menitrasi

e) Larutan/reagen Wijs; lihat no. a dalam bagian "Reagen-reagen"

9.10.4. Prosedur

- Timbang $0,13 - 0,15 \pm 0,001$ gram contoh minyak nabati murni ke dalam labu iodium.
- Tambahkan 15 ml larutan karbon tetrakhlorida (atau 20 ml camp. 50 %-v sikloheksan – 50 %-v asam asetat) dan kocok-putar labu untuk menjamin contoh larut sempurna ke dalam pelarut
- Tambahkan 25 ml reagen Wijs dengan pipet seukuran dan tutup labu. Kocok-putar labu agar isinya tercampur sempurna dan kemudian segera simpan di tempat gelap bertemperatur 25 ± 5 °C selama 1 jam.
- Sesudah perioda penyimpanan usai, ambil kembali labu, dan tambahkan 20 ml larutan KI serta kemudian 150 ml akuades.
- Sambil selalu diaduk baik-baik, titrasi isi labu dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N yang sudah distandarkan (diketahui normalitas eksaknya) sampai warna coklat iodium hampir hilang. Setelah ini tercapai, tambahkan 2 ml larutan indikator pati dan teruskan titrasi sampai warna biru kompleks iodium – pati persis sirna. Catat volume titran yang dihabiskan untuk titrasi.
- Bersamaan dengan analisis di atas, lakukan analisis blanko (tanpa contoh, jadi hanya langkah b) s/d e))

9.10.5. Perhitungan

Angka iodium contoh dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Angka iodium} = \frac{12,69(B - C)N}{W}$$

dengan pengertian :

- C adalah volume larutan natrium tiosulfat yang habis dalam titrasi contoh, ml.
 B adalah volume larutan natrium tiosulfat yang habis dalam titrasi blangko, ml.
 N adalah normalitas eksak larutan natrium tiosulfat.
 W adalah berat eksak contoh yang ditimbang untuk analisis, g.

9.10.6. Catatan-catatan

Catatan Peringatan

Larutan Wijs bisa membakar-parah kulit dan uapnya bisa merusak paru-paru serta mata. Penggunaan lemari asam sangat disarankan. Larutan Wijs tanpa karbon tetrakhlorida bisa diperoleh dari pemasok-pemasok bahan-bahan kimia laboratorium.

Karbon tetrakhlorida diketahui bersifat karsinogen. Zat ini toksik jika terhisap , termakan/terminum serta terabsorpsi ke dalam kulit, serta berdaya narkotik. Zat ini tidak boleh digunakan untuk menyingkirkan api; pada temperatur tinggi akan terdekomposisi menghasilkan fosgen (bahan kimia berbahaya). Angka ambang kehadirannya di udara tempat kerja adalah 10 ppm-v. Karena ini, penanganannya harus dilakukan di dalam lemari asam.

Asam khlorida (HCl) pekat adalah asam kuat dan akan menyebabkan kulit terbakar. Uapnya menyebabkan peracunan jika terhirup dan terhisap serta menimbulkan iritasi kuat pada mata dan kulit. Jas dan sarung tangan pelindung harus dipakai ketika bekerja dengan asam ini. Penanganannya disarankan dilakukan dalam lemari asam yang beroperasi dengan benar.

Pada pengenceran, asam harus selalu yang ditambahkan ke air/akuades dan bukan sebaliknya.

Asam asetat murni (glasial) adalah zat yang cukup toksik jika terhisap atau terminum. Zat ini menimbulkan iritasi kuat pada kulit dan jaringan tubuh. Angka ambang kehadirannya di udara tempat kerja adalah 10 ppm-v.

Catatan Bernomor

- a) Yang disarankan untuk digunakan adalah "pati kentang untuk iodometri", karena pati ini menimbulkan warna biru pekat jika berada bersama ion idonium. "Pati larut" saja tidak disarankan karena bisa tidak membangkitkan warna biru pekat yang konsisten ketika berkontak dengan ion idonium. Reagen-reagen berikut diketahui cocok : "Soluble starch for iodometry", Fisher S516-100; "Soluble potato starch, Sigma S-2630; "Soluble potato starch for iodometry", J.T. Baker 4006-04.
- b) Pada temperatur kamar, tenggang waktu antara penyiapan contoh-contoh dan pentitrasiaannya tak boleh lebih dari 1,5 jam.

9.10.7. Jaminan Mutu

- b) Gunakan bahan kimia berderajat pro analisis (p.a)
- c) Gunakan alat gelas bebas kontaminan
- d) Gunakan alat gelas yang terkalibrasi
- e) Gunakan air suling untuk pembuatan semua pereaksi dan larutan kerja
- f) Dikerjakan oleh analis/penguji yang kompeten
- g) Lakukan uji dalam jangka waktu tidak melampaui waktu penyimpanan

9.10.8. Pelaporan

Catat pada buku kerja hal-hal berikut :

- a. Parameter yang dianalisis
- b. Nama analis dan tanda tangan
- c. Tanggal analisa
- d. Rekaman volume titrasi
- e. Nomor contoh uji
- f. Batas deteksi
- g. Perhitungan
- h. Hasil pengukuran duplo
- i. Hasil pengukuran blangko
- j. Hasil pengukuran angka iodium

9.11. Titik Nyala (mangkok tertutup)

9.11.1. Ruang lingkup

Metode test ini mencakup pengujian titik nyala produk petroleum dengan range suhu 40-360°C dengan menggunakan alat Manual Pensky Martens Closed Cup atau alat Otomatis Pensky Martens Closed Cup.

Pengujian Titik Nyala diatas 250°C dapat ditentukan, tapi presisi diatas suhu ini belum diuji. Untuk residu minyak, presisi diatas suhu 100°C belum diuji.

Dapat dipakai untuk minyak detilasi (diesel, kerosin, minyak yang dipanaskan, minyak turbin), minyak pelumas baru dan larutan petroleum homogen lainnya .

9.11.2. Alat-alat

1. Alat Pensky-Martens Closed Cup (Manual)
2. Alat Pensky-Martens Closed Cup (Otomatis)
3. Alat pengukur suhu
4. Sumber Pembakaran

9.11.3. Bahan dan Pereaksi

Toluen dan Aseton

9.11.4. Prosedur

Alat manual

Pastikan tempat sample terisi sesuai dengan kapasitas volumenya. Isi *test cup* dengan contoh kedalm *filing mark* yang terdapat didalam test cup. Suhu *test cup* dan contoh sedikitnya 18°C atau 32°C dibawah titik nyala yang diharapkan. Jika contoh yang ditambahkan kedalam test cup terlalu banyak, maka hilangkan kelebihanannya dengan menggunakan syringe atau alat yang sama untuk mengambil cairan ini.

Tempatkan cupper test pada *test cup* dan pastikan alat terkunci sebagaimana mestinya. Jika alat pengukur suhu ini belum siap, masukkan alat ini kedalam holdernya.

Nyalakan test flame dan atur diameternya dari 3,2 mm sampai 4,8 mm (0,126 inch sampai 0,109 inch) atau putar elektrik igniter dan atur intensitasnya sesuai dengan intruksinya.

Tempatkan pemanas pada suhu rata-rata seperti yang ditunjukan oleh alat pengukur suhu, kenaikan 5°C sampai 6°C (9°F-11°F) permenit.

Alat Otomatis

Alat otomatis ini sesuai dengan yang ditentukan dsalam prosedur yang dijelaskan seperti pada alat manual. Termasuk pengontrol panas, stirrer contoh, sumber cahaya, penentu titik nyala dan pembacaan titik nyala.

9.12. Residu Karbon

9.12.1. Tujuan

Mengukur jumlah karbon yang terbentuk setelah penguapan dan pirolisis dari PPO pada beberapa kondisi.

9.12.2. Ruang Lingkup

Uji ini dapat dilakukan untuk produk petroleum yang mengalami dekomposisi parsial saat destilasi pada tekanan atmosfer dengan hasil residu karbon 0,1 s/d 30% (massa/massa)

9.12.3. Ringkasan Uji Residu Karbon:

Timbang cuplikan dan tempatkan pada gelas kaca kemudian panaskan sampai 500°C dengan control gas inert (nitrogen) pada tenggang waktu tertentu. Cuplikan akan mengalami reaksi pembakaran dan bahan yang mudah menguap dihilangkan menggunakan inert gas. Jumlah residu karbon dihitung sebagai % perbandingan residu karbon yang dihasilkan dibagi dengan jumlah cuplikan.

9.12.4. Peralatan

- Gelas Vial cuplikan, kapasitas 2 ml dengan diameter luar 12 mm dan tinggi 35 mm digunakan jika residu yang akan dihasilkan 0,3% s/d 26% (massa/massa)
- 4 Gelas vial cuplikan besar, kapasitas 15 ml dengan diameter luar 20,5 mm s/d 21 mm dan tinggi 70 ± 1 mm digunakan jika residu yang akan dihasilkan $< 0,1\%$ (massa/massa)
- Alat tetes mata
- Oven pembakaran sampai 500°C dengan ruangan diameter 85 mm (3 3/8 in), tinggi 100 mm (4 in) kecepatan pemanasan 10 s/d 40°C/min, dengan exhaust 13 mm (1/2 in) dan pemasukan nitrogen dibagian bawah dan pembuangan nitrogen dibagian atas serta dilengkapi dengan termokopel.
- Penahan gelas vial, terbuat dari almunium diameter 76 mm (3 in), tebal 16 mm (5/8 in) dengan 12 lubang penahan gelas vial dengan diameter 13 mm (1/2 in) serta kedalaman 13 mm (1/2 in). jarak antar lubang tersebut 3 mm (1/8 in).
- Termokopel
- Timbangan analitik dengan ketelitian sampai 0,1 mg dan berat minimal penimbangan 20 gram.

9.12.5. Bahan :

- Nitrogen kemurnian 99,998% dengan tekanan 0 s/d 200 kPa (0 s/d 30 psig)

9.12.6. Prosedur

1. PERSIAPAN CUPLIKAN

- Timbang gelas vial sebagai wadah cuplikan
- Panaskan cuplikan sampai tercapai kehomogenan bahan tercapai
- Ambil cuplikan dengan acuan sebagai berikut:

Tabel.4 Acuan Pengambilan Cuplikan

| Deskripsi Cuplikan | Residu karbon yang diharapkan, (% massa/massa) | Jumlah cuplikan yang disarankan, gram |
|---|--|---------------------------------------|
| Cairan kental atau padatan | > 5 | 0,15 ± 0,05 |
| Cairan agak kental | 1 – 5 | 0,5 ± 0,1 |
| Residu minyak dari bagian bawah destilasi | 0,1 - <1 | 1,5 ± 0,5 |
| Vial gelas besar | <0,1 | 5 ± 1 |
| Vial gelas kecil | <0,1 | 1,5 ± 0,5 |

2. PROSES PENGUJIAN

- Panaskan penahan gelas vial pada suhu dibawah 100°C. Bersihkan ruang pemanasan dengan mengalirkan nitrogen sebanyak 600 ml/min selama 10 menit. Dan turunkan pengaliran nitrogen sampai 150 ml/min kemudian naikan temperature sampai 500°C dengan kecepatan pemanasa 10 -15 °C/min.
- Jika cuplikan mengalami busa dan membeludak yang menyebabkan berkurangnya cuplikan ulangi lagi pengambilan cuplikan.
- Masukkan cuplikan, panaskan sampai 500°C±2°C selama 15 menit kemudian matikan oven dan biarkan terjadi pendinginan dengan mengalirkan nitrogen sebanyak 600 ml/min sampai suhu dibawah 250°C. ambil cuplikan kemudian masukkan kedalam desikator dan matikan pengaliran nitrogen.
- Dinginkan terus cuplikan hingga mencapai temperature ruangan dan timbang residu karbon yang terbentuk dengan ketelitian 0,1 mg.

9.12.7. Perhitungan :

$$\% \text{ karbon residu} = (A/W) \times 100$$

dengan : A = berat residu karbon

W = berat cuplikan

9.13. Massa Jenis pada 50 °C

9.13.1. Prinsip

Metode analisa standar untuk densitas, Relative Density (Spesific Gravity) untuk minyak mentah dan produk minyak cair dengan metode Hydrometer.

9.13.2. Ruang Lingkup

1. Metode ini mencakup analisa laboratorium menggunakan Hydrometerr ASTM untuk analisa densitas, dari minyak nabati dan produk minyak atau campuran dari produk minyak dengan produk non minyak yang berwujud cairan.
2. Nilai densitas diukur dengan hydrometer pada temperatur referensi, yaitu temperatur 50°C. Pembacaan koreksi pada temperatur referensi dengan rata-rata dari tabel pengukuran minyak. Nilai densitas pada temperatur selain temperatur referensi merupakan pembacaan hydrometer bukan nilai densitas yang diperoleh.

9.13.3. Definisi

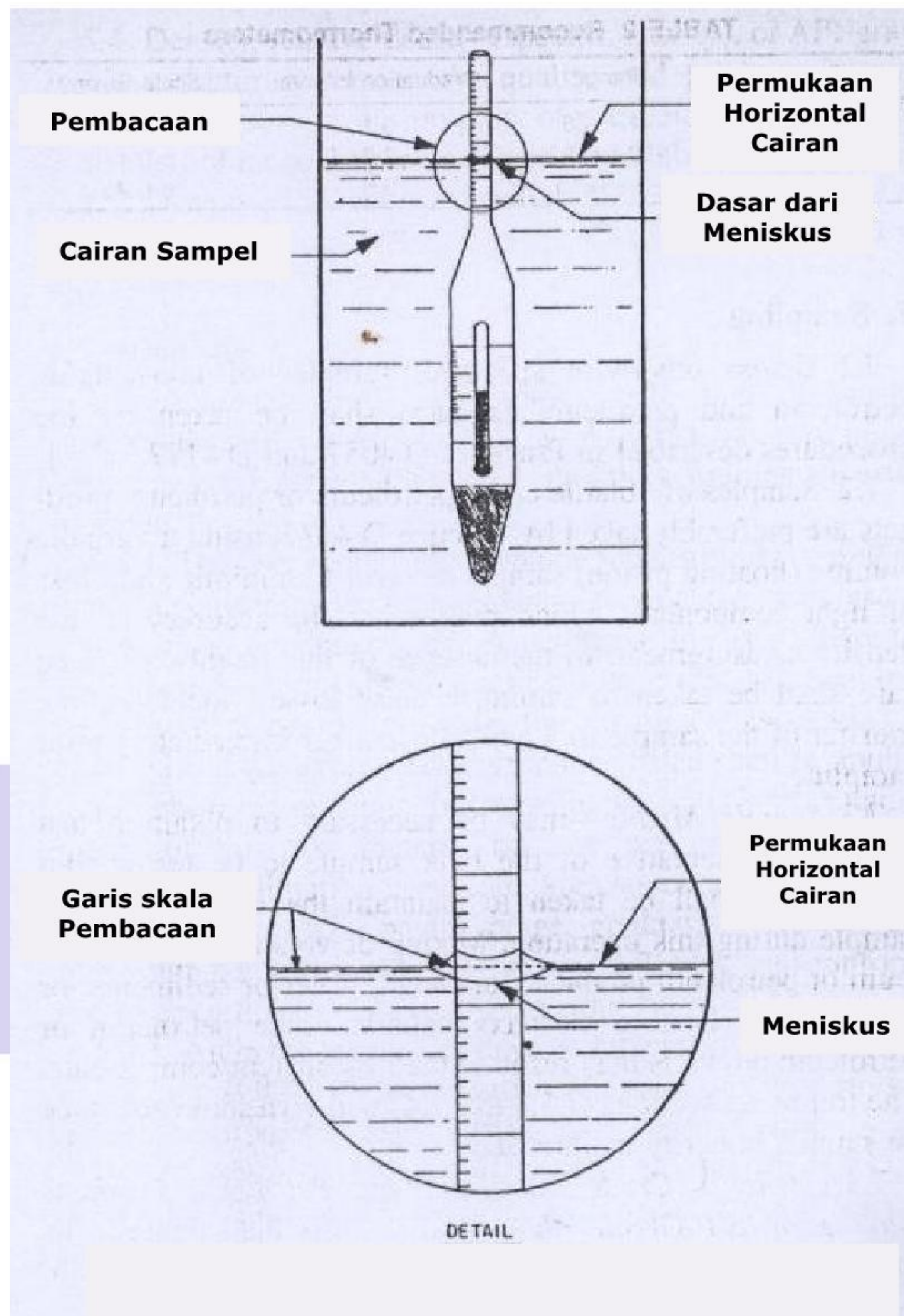
1. Densitas (ρ) = Massa Cairan per unit volume pada temperatur 15°C atau 50°C dan tekanan 101,325 kPa. Satuannya dalam kg/m³.
2. Relative Density (Spesific Gravity) = Rasio antara yang diberikan oleh sejumlah volume cairan pada temperatur spesifik dengan massa yang diberikan oleh air murni pada temperatur yang sama atau berbeda (kedua nilai temperatur harus dinyatakan)
3. API Gravity adalah
$$API = \frac{141,5}{Sp\ Gr (60/60^{\circ}F)} - 131,5$$

9.13.5. Peralatan

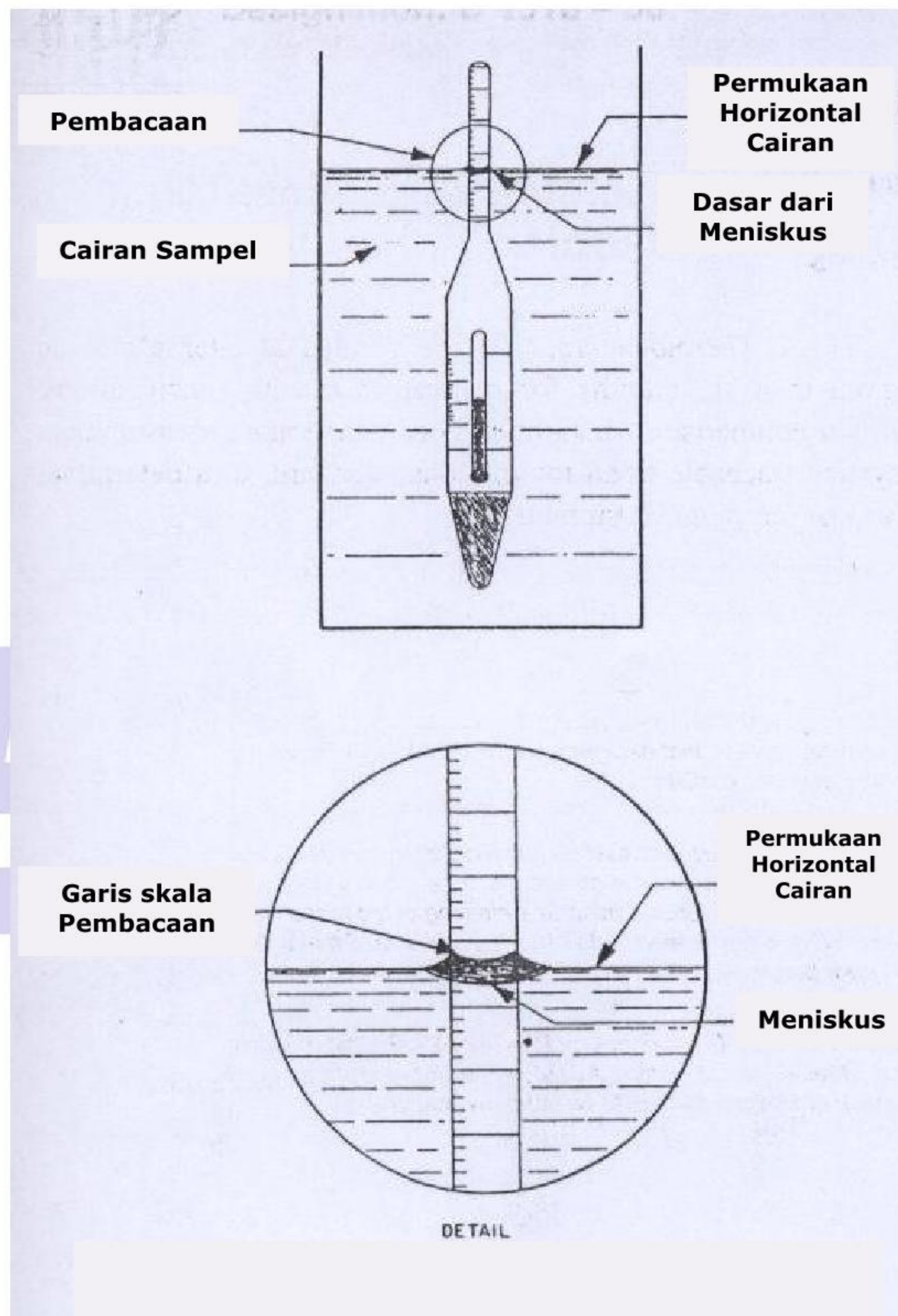
1. Hydrometer (0.8- 1 kg/ m³)
2. Thermometer
3. Silinder Hydrometer (Diameter 25 mm lebih besar dari diameter luar Hydrometer.
4. Water bath & Temperatur

9.13.6. Prosedur

1. Masukkan sampel ke dalam silinder Hydrometer
2. Masukkan hydrometer ke dalam silinder hydrometer yang telah berisi sampel
3. Masukkan Silinder hydrometer ke dalam water bath yang sudah ditetapkan pada temperatur tertentu
4. Biarkan beberapa saat, sampai terjadi perpindahan panas dalam sampel, sehingga mencapai kesetimbangan dan stabil.
5. Baca Densitas pada Hydrometer pada temperatur tersebut.
6. Lihat Gambar 5.1 dan 5.2 Untuk cara melihat berapa densitas pada sampel tersebut, maka ikuti prosedur yang terlihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1. Pembacaan Skala Hydrometer
untuk Cairan Tembus Cahaya**



**Gambar 2. Pembacaan Skala Hydrometer
untuk Cairan tidak tembus Cahaya**

9.14. Angka Setana

9.14.1. Ruang Lingkup

Metode uji ini menentukan peringkat bahan bakar diesel dari skala yang manapun angka setana dengan menggunakan silinder tunggal standar, siklus empat-tak, rasio kompresi variabel, mesin diesel yang tidak langsung diinjeksi.

Skala angka setana mencakup kisaran dari nol (0) sampai 100 tetapi pengujian yang khusus berada dalam kisaran angka setana 30 sampai 65.

Nilai untuk kondisi operasional dinyatakan dalam satuan-satuan SI dan dianggap standar. Nilai dalam tanda kurung adalah satuan inci-pon bersejarah. Sebagai tambahan, pengukuran mesin tetap dalam satuan inci-pon dikarenakan peralatan yang luas dan mahal yang telah dibuat untuk satuan-satuan ini.

Standar ini tidak berarti menunjukkan semua perhatian keselamatan, jika ada, yang terkait dengan penggunaannya. Merupakan tanggung jawab pengguna standar ini untuk menciptakan praktek-praktek keselamatan dan kesehatan yang tepat dan menentukan aplikasi batasan pengaturan sebelum penggunaan.

9.14.2. Terminologi

a. Definisi:

a.1 *Nilai acuan yang berlaku (NAB)*, n —nilai yang berlaku sebagai acuan yang disetujui bersama untuk perbandingan, dan yang dijabarkan sebagai (1) nilai teoritis atau yang diciptakan, berdasarkan prinsip-prinsip ilmiah, atau (2) nilai yang ditunjuk atau terjamin, berdasarkan pekerjaan eksperimental beberapa organisasi nasional atau internasional, atau (3) nilai konsensus atau terjamin, berdasarkan pekerjaan eksperimental kolaboratif menurut tanda-tanda kelompok ilmiah atau teknik.

a.1.1 *Diskusi*—Dalam konteks metode uji ini, nilai acuan yang diterima dipahami untuk diberlakukan pada angka setana material acuan spesifik yang ditentukan secara empiris di bawah kondisi-kondisi reproduksi oleh Kelompok Pertukaran Nasional atau organisasi pengujian pertukaran lainnya yang diakui.

a.2 *angka setana*: n —ukuran performa pembakaran bahan bakar diesel yang diperoleh dengan membandingkannya dengan bahan bakar acuan dalam uji mesin yang distandarisasi.

a.2.1 *Diskusi*—Dalam konteks metode uji ini, performa pembakaran dipahami sebagai penundaan pembakaran bahan bakar sebagaimana yang ditentukan dalam mesin uji standar di bawah kondisi-kondisi tingkat arus bahan bakar yang terkendali, pemilihan waktu injeksi dan rasio kompresi.

a.3 *rasio kompresi*, n —rasio volume ruang pembakaran termasuk ruang sebelum pembakaran dengan pipa pada *bottom dead center* sampai volume yang dapat dibandingkan dengan pipa pada *top dead center*.

a.4 *penundaan pembakaran*, n —periode waktu tersebut, yang dinyatakan derajat rotasi sudut putaran, antara dimulainya injeksi bahan bakar dan dimulainya pembakaran.

a.5 *pemilihan waktu injeksi (pengajuan injeksi)*, n —waktu dalam daur pembakaran, yang diukur dalam derajat sudut putaran, dimana injeksi bahan bakar ke dalam ruang pembakaran dimulai.

a.6 *kondisi-kondisi pengulangan*, *n*—kondisi dimana hasil uji independen diperoleh dengan metode yang sama pada pokok uji yang identik di laboratorium yang sama oleh operator yang sama dengan menggunakan peralatan yang sama dalam interval waktu yang singkat.

a.6.1 *Diskusi*—Dalam konteks metode ini, interval waktu yang singkat antara dua peringkat atas sampel bahan bakar dipahami untuk tidak kurang dari waktu untuk memperoleh setidaknya satu peringkat sampel bahan bakar lain antara keduanya tetapi tidak selama perubahan signifikan apapun dalam sampel bahan bakar, peralatan uji atau lingkungan.

a.7 *kondisi-kondisi reproduksi*, *n*—kondisi dimana hasil uji diperoleh dengan metode yang sama pada pokok uji yang identik di laboratorium-laboratorium yang berbeda dengan operator-operator yang berbeda dengan menggunakan peralatan yang berbeda.

b. *Definisi Istilah yang Khusus untuk Standar Ini:*

b.1 *alat ukur setana (alat ukur penundaan pembakaran)*, *n*—peralatan elektronik yang memperlihatkan pengajuan injeksi dan penundaan pembakaran dari dorongan-dorongan input banyak alat pengubah variasi (pengambilan-pengambilan).

b.2. *Bahan Bakar Pemeriksa*, *n*—untuk pengujian kontrol kualitas, bahan bakar diesel karakteristik terpilih yang memiliki nilai acuan angka setana yang berlaku yang ditentukan oleh pengujian petisi dalam kondisi reproduksi.

b.3. *pengambilan pembakaran*, *n*—alat pengubah variasi tekanan yang terkena tekanan silinder untuk mengindikasikan dimulainya pembakaran.

b.4. *pembacaan dengan putaran tangan*, *n*—nilai angka tidak tetap, berkaitan dengan rasio kompresi, yang diperoleh dari skala mikrometer yang menunjukkan posisi colokan kompresi variable dalam ruang pra-pembakaran mesin.

b.5. *tekanan pembukaan injektor*, *n*—tekanan bahan bakar yang mengatasi perlawanan pegas yang menahan baut kemudi mulut pipa tertutup, dan dengan demikian memaksa baut kemudi untuk meninggalkan dan melepaskan semprotan injeksi dari mulut pipa.

b.6. *pengambilan injektor*, *n*—alat pengubah variasi untuk mendeteksi pergerakan baut kemudi injektor, yang dengan demikian mengindikasikan permulaan injeksi.

b.7. *bahan bakar acuan utama*, *n*— *n*-setana, heptamethyl nonane (HMN) dan campuran yang diukur secara volumetric bahan-bahan yang sekarang mendefinisikan skala angka setana dengan hubungan:

$$\text{Angka setana} = \% n\text{—setana} + 0,15 (\% \text{ HMN}) \quad (1)$$

b.8. *Diskusi*—Dalam konteks metode uji ini, skala angka setana tidak tetap awalnya ditetapkan sebagai persen volume *n*-setana dalam suatu campuran dengan alpha-methylnaphtalene (AMN) dimana *n*-setana memiliki nilai yang ditetapkan 100 dan AMN sebuah nilai yang ditetapkan nol (0). Suatu perubahan alpha-methylnaphtalene ke heptamethylnonane ketika bahan setana yang rendah dibuat pada tahun 1962 untuk menggunakan bahan stabilitas dan ketersediaan penyimpanan yang lebih baik. Heptamethylnonane ditentukan untuk memiliki nilai acuan angka setana yang berlaku (CN_{ARV}) 15 berdasarkan pengujian mesin oleh Kelompok Pertukaran Nasional Diesel ASTM, dengan menggunakan campuran *n*-setana dan AMN sebagai bahan bakar acuan primer.

b.9. *Diskusi*—Dalam konteks metode uji ini, Kelompok Pertukaran Nasional Diesel Sub-komite D02.01⁸ terdiri dari industri perminyakan, pemerintah, dan laboratorium-laboratorium

⁸ Anggaran rumah tangga yang mengatur Sub-komite ASTM D02.01 tentang Karakteristik
31 dari 53

independen. Kelompok ini melaksanakan analisis sampel pertukaran reguler setiap bulannya untuk menghasilkan data ketepatan untuk standar uji mesin ini dan menentukan CN_{ARV} material acuan yang digunakan oleh semua laboratorium.

b.10. *pengambilan acuan, n*—alat(-alat) yang dikumpulkan melalui roda gaya mesin, yang dipacu oleh indikator roda gaya, yang digunakan untuk menciptakan acuan *top-dead-center* (tdc) dan dasar waktu untuk pengkaliberan alat ukur penundaan pembakaran.

b.11. *bahan bakar acuan sekunder, n*—campuran yang diukur secara volumetrik dari dua campuran hidrokarbon yang terpilih, dinomeri, dan berpasangan yang ditunjukkan *Bahan Bakar T* (setana tinggi) dan *Bahan Bakar U* (setana rendah) yang telah diberi peringkat oleh Kelompok Pertukaran Nasional Diesel ASTM dengan menggunakan bahan bakar acuan primer untuk menentukan nilai acuan angka setana yang berlaku untuk masing-masing secara individual dan untuk berbagai kombinasi keduanya.

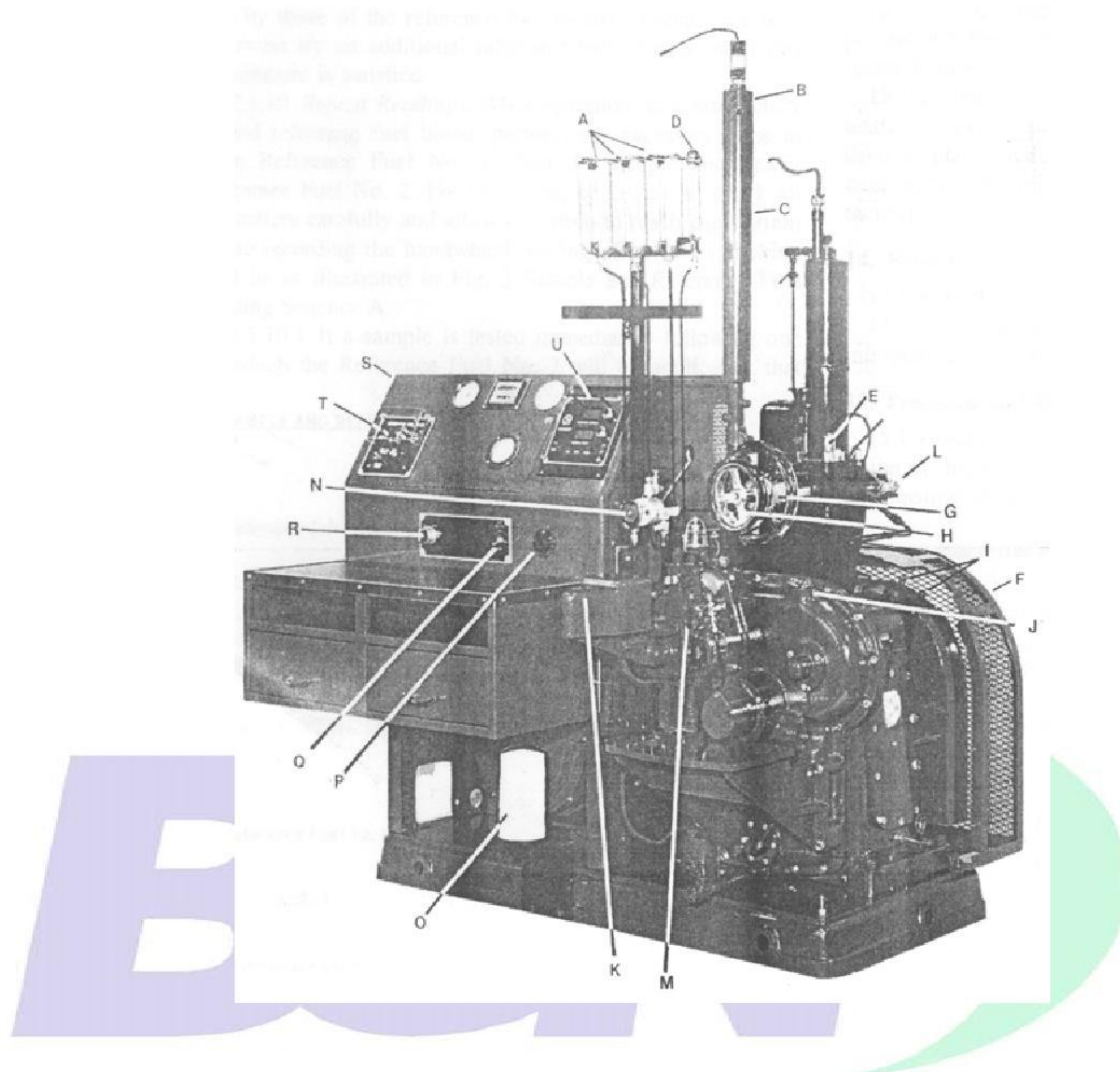
9.14.3. Ringkasan Metode Uji

Angka setana bahan bakar diesel ditentukan dengan membandingkan karakteristik pembakarannya dalam suatu mesin uji dengan karakteristik-karakteristik untuk campuran bahan bakar acuan angka setana yang diketahui dalam kondisi-kondisi operasi standar. Hal ini dilakukan dengan menggunakan prosedur putaran tangan penggolongan yang merubah-rubah rasio kompresi (pembacaan dengan putaran tangan) untuk sampel dan masing-masing dari dua bahan bakar acuan penggolongan untuk memperoleh penundaan pembakaran khusus yang memperbolehkan interpolasi angka setana dalam pengertian pembacaan dengan putaran tangan.

9.14.4. Arti Penting dan Penggunaan

- Angka setana memberikan ukuran karakteristik pembakaran bahan bakar diesel dalam mesin pembakaran kompresi.
- Metode uji ini digunakan oleh pabrik mesin, penyuling dan pemasaran minyak bumi, dan dalam perdagangan sebagai suatu pengukuran spesifikasi primer yang berhubungan dengan penyesuaian bahan bakar dan mesin.
- Angka setana ditentukan pada kecepatan konstan dalam mesin uji pembakaran kompresi tipe ruang pra-pembakaran. Hubungan performa mesin uji sampai ke skala penuh, kecepatan variabel, mesin pemuatan variable tidak sepenuhnya dipahami.
- Metode uji ini mungkin digunakan untuk bahan bakar yang tidak konvensional seperti sintetis, minyak nabati, dan lainnya. Namun, hubungan dengan performa bahan-bahan yang demikian dalam mesin-mesin skala penuh mesin tidak sepenuhnya dipahami.

9.14.5. Gangguan-gangguan.1 (Peringatan—Hindari bahan bakar sampel dan bahan bakar acuan terkena cahaya matahari atau pancaran UV lampu neon untuk meminimalisir akibat reaksi kimia yang dapat mempengaruhi penilaian angka setana.)



Keterangan:

- A—Tangki Bahan Bakar
- B—Kerangka Mesin Pemanas Udara
- C—Penghilang Pipa Masuk Udara
- D—Tabung Kaca Tingkat Arus Bahan Bakar
- E—Pengambilan Pembakaran
- F—Pengaman
- G—Putaran Tangan Colokan Kompresi Variabel
- H—Putaran Tangan Pengunci V.C.P.
- I—Pengambilan Roda Gaya
- J—Tutup Saringan Minyak
- K—Gulungan Kabel Silindris Penghenti Keselamatan Pompa Injeksi
- L—Komponen Injektor
- M—Pompa Injeksi Bahan Bakar
- N—Pipa Penyeleksi Bahan Bakar
- O—Saringan Minyak
- P—Kontrol Pemanas Minyak Rumah Mesin
- Q—Tombol Pemanas Udara
- R—Tombol Start-Stop Mesin
- S—Panel Instrumen
- T—Pengontrol Suhu Udara yang Masuk
- U—Alat Ukur Setana Dwi Digital

a.1.1 Terkenanya bahan bakar ini dengan jarak gelombang UV yang lebih pendek daripada 550 nm untuk suatu periode waktu yang singkat bisa sangat mempengaruhi penilaian angka setana.

a.2 Gas dan asap tertentu yang ada di area dimana mesin uji setana berada bisa memiliki efek yang dapat diukur pada hasil uji angka setana.

a.3 Metode uji ini tidak cocok untuk penilaian bahan bakar diesel dengan sifat-sifat cair yang mengganggu arus gravitasi bahan bakar tanpa rintangan ke pompa atau pengiriman bahan bakar melalui mulut pipa injektor.

9.14.6. Perlengkapan

a. Peralatan mesin¹⁰—Metode uji ini menggunakan mesin silinder tunggal yang terdiri dari rumah mesin standar dengan komponen pompa bahan bakar, suatu silinder dengan komponen kepala yang terpisah dari tipe pra-pembakaran, sistem pendingin selubung resirkulasi pipa sedot panas, sistem tangki bahan bakar ganda dengan pengkatupan penyeleksi, komponen injector dengan mulut pipa injektor khusus, kontrol elektrik, dan pipa pembuang yang sesuai. Mesinnya adalah sabuk yang terhubung dengan motor penyerap tenaga elektrik khusus yang bertindak sebagai pendorong motor untuk menyalakan mesin tersebut dan sebagai alat untuk menyerap tenaga pada kecepatan yang konstan ketika pembakaran terjadi (pembakaran mesin). Lihat Gbr. 3.

b. *Instrumentasi*¹⁰—Metode uji ini menggunakan instrumen elektronik untuk mengukur injeksi dan pemilihan waktu penundaan pembakaran serta pengukuran panas konvensional, ukuran-ukuran dan alat ukur tujuan umum.

b.1. *Alat ukur Setana*, (Alat Ukur Penundaan Pembakaran) bersifat kritis dan akan digunakan untuk metode uji ini.

b.2 Rincian dan deskripsi semua instrumentasi yang kritis, tidak kritis dan yang setara.

c. *Peralatan Penyalur Bahan Bakar Acuan*—Metode uji ini membutuhkan pencampuran berulang dua bahan bakar acuan sekunder dalam proporsi volumetrik atas dasar sebagaimana yang dibutuhkan. Pengukuran akan dilaksanakan dengan akurat karena kesalahan penilaian sebanding dengan kesalahan pencampuran.

¹⁰ Satu-satunya sumber pasokan peralatan dan instrumentasi mesin yang diketahui komite pada saat ini adalah Waukesha Engine, Dresser Inc., 1000 West St. Paul Avenue, Waukesha, WI 53188. Waukesha Engine juga mempunyai organisasi-organisasi penjualan dan perbaikan mesin CFR yang berwenang di daerah-daerah geografis terpilih. Jika anda mengetahui pemasok-pemasok alternatif, silahkan berikan informasinya ke Markas Internasional ASTM. Komentar anda akan mendapatkan pertimbangan seksama pada pertemuan komite teknis yang bertanggung jawab¹, yang mungkin akan anda hadiri.

c.1 *Pencampuran Volumetrik Bahan Bakar Acuan*—Pencampuran volumetrik telah lama digunakan untuk mempersiapkan campuran bahan bakar acuan yang dibutuhkan. Untuk pencampuran volumetrik, serangkaian dua tabung kaca atau barang volumetrik akurat akan digunakan dan kuantitas kumpulan yang diinginkan akan dikumpulkan dalam suatu wadah yang sesuai dan dicampur seluruhnya sebelum dimasukkan ke sistem bahan bakar mesin.

c.1.1 Tabung kaca atau barang volumetrik yang dikaliberkan yang memiliki kapasitas 400 atau 500 mL dan toleransi volumetrik maksimal 0.2 % akan digunakan. Pengkaliberan akan diverifikasi sesuai dengan Praktek.

c.1.2 Tabung kaca yang dikaliberkan akan disesuaikan potongannya dengan katup penyalur dan ujung pengiriman untuk mengontrol dengan akurat volume yang disalurkan. Ujung pengiriman akan berukuran sedemikian rupa dan rancangannya yang menghentikan penghentian ujung tidak melebihi 0,5 mL.

c.1.3 Tingkat pengiriman dari sistem penyalur tidak akan melebihi 500 mL per 60 detik.

c.1.4 Rangkaian tabung kaca untuk bahan bakar acuan dan standarisasi akan dipasang dengan suatu cara yang sedemikian rupa dan dipasok dengan cairan sedemikian rupa sehingga semua komponen dari masing-masing kumpulan atau campuran disalurkan pada suhu yang sama.

c.1.5 Lihat Catatan Tambahan XI, Perlengkapan dan Prosedur Pencampuran Bahan Bakar Acuan Volumetrik, untuk informasi sistem penyalur khusus.

c.2 *Pencampuran Gravimetrik Bahan Bakar Acuan*—Penggunaan sistem pencampuran yang memperbolehkan persiapan campuran yang ditetapkan secara volumetrik dengan pengukuran gravimetrik (massa) berdasarkan berat jenis komponen-komponen tunggal juga diperbolehkan, asalkan sistem tersebut memenuhi persyaratan untuk batas toleransi pencampuran maksimal 0,2 %.

c.2.1 Menghitung ekuivalen-ekuivalen massa dari komponen-komponen campuran yang ditetapkan secara volumetrik dari berat jenis komponen-komponen tunggal pada 15,56°C (60°F).

d. *Perlengkapan Tambahan*:

d.1 *Penguji Mulut Pipa Injektor*—Komponen mulut pipa injektor akan diperiksa kapanpun mulut pipa injektor dilepas dan dipasang kembali untuk memastikan tekanan awal dimana bahan bakar dilepaskan dari mulut pipa dipasang dengan semestinya. Juga penting untuk memeriksa tipe pola semprotan. Penguji mulut pipa injektor komersial yang mencakup silinder tekanan yang dioperasikan dengan cara diangkat, penyimpanan bahan bakar dan ukuran tekanan tersedia dari beberapa sumber seperti peralatan pemeliharaan mesin diesel umum.

d.2 *Alat Pemeliharaan Khusus*—Sejumlah alat dan instrument pengukuran khusus akan digunakan untuk pemeliharaan mesin dan peralatan pengujian yang mudah, menyenangkan dan efektif. Daftar dan deskripsi alat-alat dan instrumen ini tersedia dari pabrik peralatan mesin dan organisasi-organisasi yang menawarkan dukungan mesin dan perbaikan untuk metode uji ini.

9.14.7. Bahan-Bahan Reagen dan Acuan

a. *Pendingin Selubung Silinder*—Air akan digunakan dalam selubung silinder untuk lokasi laboratorium dimana suhu didih yang dihasilkan akan berada pada $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ($212 \pm 3^{\circ}\text{F}$). Air dengan anti-beku komersial yang berdasarkan glikol yang ditambahkan dalam kuantitas yang cukup untuk memenuhi persyaratan suhu didih akan digunakan ketika ketinggian

laboratorium mendiktekan demikian. Material pemeliharaan air multifungsi komersial harus digunakan dalam pendingin untuk meminimalisir korosi dan skala mineral yang dapat merubah pemindahan panas dan hasil penilaian.

b. Air akan dipahami sebagai air reaksi yang sesuai dengan Tipe IV Spesifikasi D 1193.

c. *Minyak Pelumas Rumah Mesin*—Suatu minyak tingkat kekentalan SAE 30 yang memenuhi klasifikasi pelayanan SF/CD atau SG/CE akan digunakan. Minyak tersebut akan mengandung aditif deterjen dan memiliki kekentalan kinematik 9,3 sampai 12,5 cSt (mm² per detik) pada 100°C (212°F) dan indeks kekentalan tidak kurang dari 85. Minyak yang mengandung peningkat indeks kekentalan tidak akan digunakan. Minyak bertingkat banyak tidak akan digunakan. (**Peringatan**—Minyak Pelumas mudah terbakar, dan uapnya berbahaya.)

d. *Bahan Bakar Acuan Primer*—(**Peringatan**—Bahan Bakar Acuan Primer—Mudah Terbakar, Uap Berbahaya.)

e. *n-Setana (n-hexadecane)*—Dengan kemurnian minimal 99,0 % sebagaimana yang ditentukan oleh analisa kromatografis akan digunakan sebagai komponen angka setana 100 yang ditunjuk.

f. *Heptamethylnonane (2,2,4,4,6,8,8-heptamethylnonane)*—Dengan kemurnian minimum 98 % sebagaimana yang ditetapkan oleh analisa kromatografis akan digunakan sebagai komponen angka setana 15 yang ditunjuk.

g. *Bahan Bakar Acuan Sekunder*^{10.12}—(**Peringatan**—Bahan Bakar Acuan Sekunder—Mudah Terbakar. Uap Berbahaya.)

h. *Bahan Bakar T*—Bahan Bakar Diesel dengan CN_{ARV} khususnya dalam kisaran 73 sampai 75.

i. *Bahan Bakar U*—Bahan Bakar Diesel dengan CN_{ARV} khususnya dalam kisaran 20 sampai 22.

j. Penyimpanan dan penggunaan *Bahan Bakar T* dan *Bahan Bakar U* harus pada suhu diatas 0°C (32°F) untuk menghindari pengerasan potensial, terutama *Bahan Bakar T*. Sebelum suatu wadah yang telah disimpan pada suhu yang rendah digunakan, wadah tersebut harus dihangatkan sampai suhu setidaknya 15°C (27°F) diatas Titik Awan. (Lihat Metode uji D 2500). Wadah tersebut harus disimpan pada suhu ini selama setidaknya 30 menit dan kemudian wadah tersebut harus dicampur kembali seluruhnya.

k. *Bahan Bakar Pemeriksa*¹³—Bahan Bakar diesel khusus dari minyak bahan bakar sulingan Spesifikasi D 975 kualitas No.2-D. (**Peringatan**—Bahan Bakar Pemeriksa—Mudah Terbakar. Uap Berbahaya)

- l. *Bahan Bakar Pemeriksa Setana Rendah*—Dengan CN_{ARV} khususnya dalam kisaran 38 sampai 42.
- m. *Bahan Bakar Pemeriksa Setana Tinggi*—Dengan CN_{ARV} khususnya dalam kisaran 50 sampai 55.

9.14.8. Pengambilan Sampel

- Mengumpulkan sampel sesuai dengan Praktek D 4057 atau D 4177
- Perlindungan dari Cahaya*—Mengumpulkan dan menyimpan bahan bakar sampel dalam suatu wadah tidak tembus cahaya seperti botol kaca coklat tua, kaleng logam, atau wadah plastik minimal reaktif untuk meminimalisir terkenanya pancaran UV dari sumber seperti cahaya matahari atau lampu neon.
- Suhu Bahan Bakar*—Sampel akan dibawa ke ruangan bersuhu khususnya 18 sampai 32°C (65 sampai 90°F) sebelum pengujian mesin.
- Penyaringan—Sampel-sampel bisa disaring melalui kertas saring Tipe I. Kelas A pada suhu ruangan dan tekanan sebelum pengujian mesin.

9.14.9. Ketetapan-Ketetapan Mesin dan Instrumen Dasar dan Kondisi-Kondisi Operasi Standar

- Pemasangan Mesin Perlatan dan Instrumentasi**—Pemasangan mesin dan instrumentasi membutuhkan penempatan mesin pada pondasi yang sesuai dan penghubungan semua fasilitas. Dukungan mesin dan teknis untuk fungsi ini diperlukan, dan pengguna akan bertanggung jawab untuk memenuhi semua kitab undang-undang lokal dan nasional dan persyaratan pemasangan.

Operasi mesin uji yang baik memerlukan perakitan sejumlah komponen mesin dan penyesuaian rangkaian variabel mesin dengan spesifikasi-spesifikasi yang ditetapkan. Beberapa dari ketetapan-ketetapan ini dibuat dengan spesifikasi-spesifikasi komponen, yang lainnya dibuat pada saat perakitan mesin atau setelah diperiksa dan masih yang lainnya juga merupakan kondisi kerja mesin yang harus diamati atau ditentukan dengan penyesuaian operator, atau keduanya, selama proses pengujian.

- Kondisi-Kondisi Berdasarkan Spesifikasi Komponen:**

Kecepatan mesin— 900 ± 9 rpm, ketika mesin beroperasi dengan pembakaran dengan variasi maksimum 9 rpm yang terjadi selama suatu penilaian. Kecepatan mesin ketika pembakaran terjadi tidak akan lebih dari 3 rpm lebih besar dari pada kecepatan untuk penggerakan mesin motor tanpa pembakaran.

Pemilihan Waktu Katup—Mesin tersebut menggunakan siklus 4 tak dengan dua revolusi poros mesin untuk masing-masing siklus pembakaran penuh. Dua peristiwa katup kritis adalah peristiwa yang terjadi di dekat top-dead-center (tdc); pembukaan katup masuk dan penutupan katup pembuangan. Pembukaan katup masuk akan terjadi $10,0 \pm 2,5^\circ$ after-top-dead-center (atdc) dengan penutupan pada 34° after-bottom-dead-center (abdc) pada satu revolusi poros mesin dan roda gaya.

Pembukaan katup pembuangan akan terjadi 40° before-bottom-dead-center (bbdc) pada revolusi kedua poros mesin atau roda gaya dengan penutupan pada $15,0 \pm 2,5^\circ$ after-top-dead-center pada revolusi berikutnya poros mesin atau roda gaya.

Daya Angkat Katup—Garis luar cuping bubungan masuk dan pembuangan, walaupun berbeda bentuknya, akan memiliki garis luar naik 6,223 sampai 6,350 mm (0,245 sampai 0,250 inci) dari lingkaran dasar ke bagian atas cuping sehingga daya angkat katup yang dihasilkan menjadi $6,045 \pm 0,05$ mm ($0,238 \pm 0,002$ inci).

Pemilihan Waktu Pompa Bahan Bakar—Penutupan pusat ceruk penghisap pompa akan terjadi pada sudut putaran rodagaya antara 300 dan 306° pada gerak kompresi mesin ketika mikrometer tingkat arus bahan bakar dipasang ke posisi operasi khusus dan alat pemilihan waktu variabel yang ada berada pada kemajuan penuh (paling dekat dengan operator).

Tekanan Ceruk Pompa Bahan Bakar—Kepala Bahan Bakar minimum yang dibentuk oleh pemasangan tangki bahan bakar (tempat penyimpanan) dan tabung kaca pengukuran tingkat arus sehingga pelepasan dari tempat-tempat penyimpanan itu 635 ± 25 mm (25 ± 1 inci) diatas garis pusat ceruk pompa injeksi bahan bakar.

c. Ketetapan-Ketetapan Perakitan dan Kondisi-Kondisi Operasi:

c.1. *Arah Rotasi mesin*—Rotasi searah jarum jam poros mesin ketika diamati dari bagian depan mesin.

c.2. *Pemilihan Waktu Injeksi*— $13,0^\circ$ before-top-dead-center (btdc), untuk bahan bakar sampel dan acuan.

c.3. *Tekanan Pembukaan Mulut Pipa Injektor*— $10,3 \pm 0,34$ MPa (1500 ± 50 psi).

c.4. *Tingkat Arus Injeksi*— $13,0 \pm 0,2$ mL/menit (60 ± 1 detik per 13,0 mL).

c.5. *Suhu Saluran Pendingin Injeksi*— $38 \pm 3^\circ\text{C}$ ($100 \pm 5^\circ\text{F}$).

c.6. *Ruang Katup:*

c.6.1. *Mesin Berhenti dan Dingin*—Ruang antara gagang katup dan setengah bulat penggoyang katup dipasang ke pengukuran kira-kira berikut ini atas pemasangan sebelum mesin dioperasikan akan khususnya memberikan pengontrolan kerja mesin dan ruang panas:

| | |
|---------------------|-----------------------|
| Katup Masuk | 0,075 mm (0,004 inci) |
| Katup Pembuangan | 0,330 mm (0,014 inci) |

Ruang ini akan memastikan bahwa kedua katup memiliki ruang yang cukup untuk mengakibatkan pemuatan katup selama pemanasan mesin. Batang pendorong katup yang panjangnya dapat disesuaikan akan dipasang sehingga sekrup penyesuaian penggoyang katup memiliki perjalanan yang cukup untuk membiarkan penetapan ruang akhir.

c.6.2 *Mesin Bekerja dan Panas*—Ruang untuk kedua katup masuk dan pembuangan akan ditetapkan ke $0,20 \pm 0,025$ mm ($0,008 \pm 0,001$ inci), yang diukur menurut kondisi operasi standar dengan mesin yang bekerja pada kondisi keseimbangan pada minyak bahan bakar diesel khusus.

c.7 *Tekanan Minyak*—172 sampai 207 kPa (25 sampai 30 psi).

c.8 *Suhu Minyak*— $57 \pm 8^\circ\text{C}$ ($135 \pm 15^\circ\text{F}$).

c.9 *Suhu Pendingin Selubung Silinder*— $100 \pm 2^\circ\text{C}$ ($212 \pm 3^\circ\text{F}$).

c.10 *Suhu Udara Masuk*— $66 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ($150 \pm 1^\circ\text{F}$).

c.11 *Penundaan Pembakaran Dasar*— $13,0^\circ$ untuk bahan bakar sampel dan acuan.

c.12 *Tingkat Pendingin Selubung Silinder:*

c.12.1 *Mesin Berhenti dan Dingin*—Air/pendingin yang telah diberi perlakuan ditambahkan ke kondensor pendingin—selubung silinder ke suatu tingkat yang dapat diamati pada bagian dasar kaca peninjau kondensor akan secara khusus memberikan pengendalian kerja mesin dan tingkat operasi panas.

c.12.2 *Mesin Bekerja dan Panas*—Tingkat pendingin dalam kaca peninjau kondensor akan berada dalam ± 1 cm (0,4 inci) dari tanda *LEVEL HOT* pada kondensor pendingin.

c.13 *Tingkat Minyak Pelumas Rumah Mesin:*

c.13.1 *Mesin Berhenti dan Dingin*—Minyak yang ditambahkan ke rumah mesin sehingga tingkatnya mendekati bagian atas kaca peninjau akan secara khusus memberikan pengendalian kerja mesin dan tingkat operasi panas.

c.13.2 *Mesin Bekerja dan Panas*—Tingkat minyak akan berada kira-kira pada posisi tengah dalam kaca peninjau minyak rumah mesin.

c.14 *Tekanan Internal Rumah Mesin*—Sebagaimana yang disebutkan oleh ukuran atau manometer yang terhubung dengan suatu pembukaan ke bagian dalam rumah mesin melalui lubang penyerap setrum untuk meminimalisir getaran, tekanannya akan kurang dari nol (ruang hampa)/ dan secara khusus dari 25 sampai 50 mm (1 sampai 6 inci) air kurang dari tekanan atmosfer. Ruang hampa tidak akan melebihi 255 mm (10 inci) air.

c.15 *Tekanan Belakang Pembuangan*—Sebagaimana yang diukur dengan alat ukur atau manometer yang terhubung dengan suatu pembukaan dalam tanki gelombang pembuangan atau cerobong pembuangan utama melalui suatu lubang penyerap setrum untuk meminimalisir getaran, tekanan statis harus serendah mungkin, tetapi tidak akan menciptakan ruang hampa ataupun melebihi 254 mm (10 inci) perbedaan air dalam kelebihan tekanan atmosfer.

c.16 *Resonansi Sistem Katup Pelepas Tekanan Pembuangan dan Rumah Mesin*—sistem-sistem saluran katup pelepas tekanan pembuangan dan rumah mesin akan memiliki volume internal dan memiliki panjang yang demikian sehingga resonansi gas tidak dihasilkan. Lihat Catatan Tambahan X2 untuk prosedur yang sesuai untuk menentukan jika resonansi terjadi.

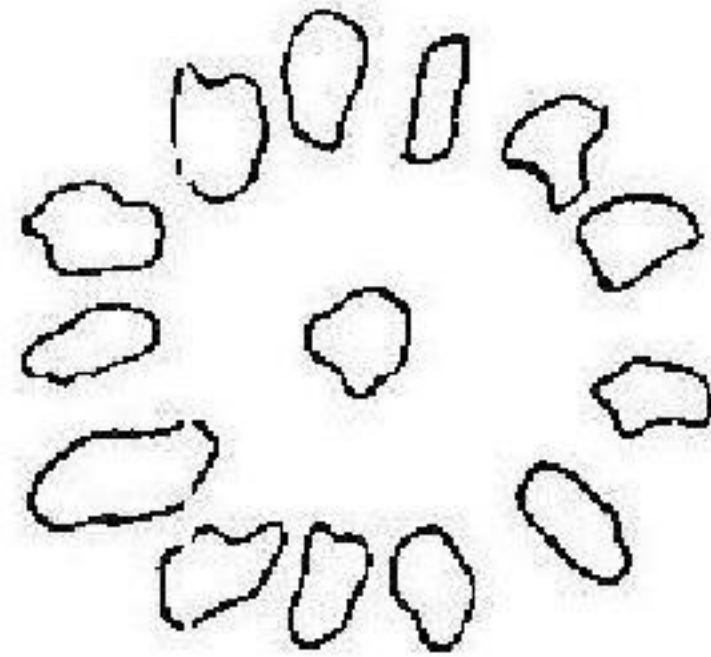
c.17 *Perjalanan Melalui Pipa Penggerak*—Pemasangan silinder ke rumah mesin akan menghasilkan pipa penggerak yang menonjol diatas bagian atas permukaan silinder $0,381 \pm 0,025$ mm ($0,015 \pm 0,001$ inci) ketika pipa penggerak berada pada top-dead-center. Penempatan yang tepat dilakukan melalui penggunaan gasket plastic atau kertas, yang tersedia dalam beberapa ketebalan dan dipilih berdasarkan percobaan untuk pemasangan antara silinder dan pelataran rumah mesin.

c.18 *Tegangan Sabuk*—Sabuk-sabuk yang menghubungkan roda gaya ke motor penyerapan akan diketatkan, setelah suatu dobrakan awal, sehingga dengan mesin yang berhenti, suatu beban 2,25 kg (5 lb) yang dihentikan dari satu sabuk separuh jalan antara roda gaya dan katrol motor akan menekan sabuk kira-kira 12,5 mm (0,5 inci).

c.19 *Tekanan Komponen Mulut Pipa Injektor Penetapan dan Pemeriksaan Pola Semprotan*—(**Peringatan**—Personil akan menghindari kontak dengan pola semprotan dari mulut pipa injektor dikarenakan tekanan tinggi yang bisa masuk ke dalam kulit. Pemeriksaan kinerja pola semprotan akan dibuat dalam kap atau dimana ventilasi yang memadai memastikan bahwa penghirupan uap dihindari).

c.19.1 *Pembukaan Injektor atau Tekanan Pelepasan*—Sekrup pengatur tekanan dapat disesuaikan dan akan diset untuk melepaskan bahan bakar pada tekanan $10,3 \pm 0,34$ MPa (1500 ± 50 psi). Periksa penetapan ini dengan menggunakan penguji tingkat mulut pipa injektor, setiap kali mulut pipa dipasang kembali dan setelah pembersihan. Penggunaan penguji tingkat mulut pipa injektor komersial direkomendasikan.

c.19.2 *Pola Semprotan Injektor*—Periksa pola semprotan untuk simetris dan karakteristik dengan pemeriksaan pengaruh injeksi tunggal yang dibuat pada selebar kertas penyaring atau material penyerap ringan lainnya yang ditempatkan pada jarak kira-kira 7,6 cm (3 inci) dari mulut pipa. Pola semprotan khusus diilustrasikan dalam Gbr. 4.



Gbr. 4 Pola Semprotan Injektor Khusus

c.20 *Pembacaan Putaran Tangan Penyusunan Indeks*—Pembacaan putaran tangan merupakan indikasi yang sederhana dan menyenangkan rasio kompresi mesin yang merupakan suatu variabel kritis dalam metode uji setana. Rasio kompresi aktual tidak penting tetapi suatu indikasi rasio kompresi yang berkaitan dengan angka setana merupakan pedoman berguna untuk memilih bahan bakar acuan untuk menggolongkan sampel bahan bakar diesel. Prosedur berikut akan digunakan untuk menunjuk pembacaan putaran tangan ketika mesinnya baru atau kapan saja kombinasi komponen putaran tangan/kepala silinder yang sesuai ditukar atau secara mekanis dipasang kembali. Lihat Catatan Tambahan X3 untuk instruksi pengerjaan kembali perakitan putaran tangan.

c.20.1 *Drum Mikrometer Putaran Tangan dan Penetapan Skala*—Mengacu ke Tabel 5 untuk memilih pembacaan putaran tangan yang sesuai untuk digunakan dalam meluruskan drum dan skala.

c.20.2 *Penetapan Dasar Colokan Kompresi Variabel*—Posisikan colokan kompresi variabel sehingga permukaan datar hanya terlihat dan persisnya sejajar dengan tepi galur lubang pengambilan pembakaran, sebagaimana yang diverifikasi dengan ujung lurus.

c.20.3 *Menetapkan Pembacaan Putaran Tangan*—Ketatkan putaran tangan pengunci kecil dengan sempit dengan tangan untuk memastikan bahwa colokan kompresi variabel berada pada tempatnya didalam bor. Longgarkan mur kunci putaran tangan besar dan lepaskan kunci bentuk L. Putar putaran tangan besar sehingga tepi drum sejajar dengan penyelesaian 1.000 pada skala horizontal. Pasang kembali kunci bentuk L pada slot tempat kunci yang paling dekat dengan putaran tangan besar dengan kaki yang lebih pendek dalam putaran tangan. Pergeseran kecil putaran tangan untuk mencapai pensejajaran slot tidak akan mempengaruhi penyusunan indeks. Ketatkan mur kunci dengan tangan untuk menjaga kunci pada tempatnya. Lepaskan sekrup penempatan dari drum dan putar drum sehingga tanda penyelesaian nol sejajar dengan pembacaan terpilih dari Tabel 1. Tempatkan lubang sekrup dalam drum yang sejajar dengan lubang pusat putaran tangan dan pasang kembali sekrup penempatan. Ketatkan dengan memutar mur kunci putaran tangan besar dan periksa ulang agar colokan kompresi variabel diposisikan dengan tepat dan pembacaan putaran tangan sesuai dengan nilai dalam Tabel 1.

c.21 *Tekanan Kompresi Dasar*—Pada pembacaan putaran tangan 1,000, tekanan kompresi untuk mesin yang beroperasi pada tekanan barometrik standar 760 mm Hg. (29,92 inci Hg) akan menjadi 3275 ± 138 kPa (475 ± 20 psi) ketika dibaca secepat mungkin setelah mematikan mesin yang telah berada pada kondisi-kondisi operasi standar. Jika kondisi tidak

berada dalam batas, periksa kembali penetapan putaran tangan dasar dan, jika perlu, lakukan pemeliharaan mekanis.

TABEL 5. Penetapan Putaran Tangan untuk Berbagai Diameter Bor Silinder

| Diameter Silinder, inci | Pembacaan Putaran Tangan |
|----------------------------|--|
| 3,250 | (Bor Standar) 1,000 |
| 3,260 | (Terlalu Besar 0,010 inci dibor kembali) 0,993 |
| 3,270 | (Terlalu Besar 0,020 inci dibor kembali) 0,986 |
| 3,280 | (Terlalu Besar 0,030 inci dibor kembali) 0,978 |

c.21.1 Untuk mesin yang beroperasi selain pada tekanan barometrik standar, tekanan kompresi akan dengan khusus sebanding dengan rasio tekanan barometrik lokal yang dibagi oleh tekanan barometrik standar. Contohnya, mesin yang terletak dimana tekanan barometrik-nya 710 mm Hg akan diharapkan untuk memiliki tekanan kompresi kira-kira 3060 ± 138 kPa (444 ± 20 psi). (**Peringatan**—Sebagai tambahan terhadap tindakan-tindakan pencegahan lainnya, pengujian tekanan kompresi dengan menggunakan ukuran tekanan kompresi harus diselesaikan dalam periode waktu sesingkat mungkin untuk menghindari kemungkinan terjadinya pembakaran dikarenakan adanya sejumlah kecil minyak apapun dalam ukuran atau ruang pembakaran.)

Tekanan Kompresi _(BaroLokal.mmHg)

$$= 3275 \text{ kPa} \times \text{Baro Lokal/Baro Standar. (2)}$$

Contoh: Tekanan Kompresi_{710mmHg}

$$= 3275 \times 710/760 = 3060 \text{ kPa}$$

c.22 *Tingkat Minyak pelumas Pompa Bahan Bakar*—Dengan mesin yang berhenti, minyak pelumas rumah mesin yang memadai akan ditambahkan ke bak pompa sehingga tingkatnya berada pada tanda pada tongkat lubang. (**Peringatan**—Sebagai hasil dari operasi mesin, terutama ketika laras pompa/komponen penghisap mulai dipakai, tingkat dalam bak akan meningkat dikarenakan pencairan bahan bakar sebagaimana yang diamati melalui piringan sisi plastik yang jernih pada kerangka mesin pompa. Ketika tingkatnya naik cukup besar, baknya harus dikosongkan dan pengisian minyak baru ditambahkan.)

c.23 *Tingkat Minyak Kotak Perlengkapan Pemilihan Waktu Pompa Bahan Bakar*—Dengan mesin yang berhenti, cabut colokan pembukaan pada bagian atas dan pada pertengahan salah satu sisi kotak perlengkapan. Tambahkan cukup banyak minyak pelumas rumah mesin melalui lubang bagian atas untuk mengakibatkan tingkatnya naik ke tinggi pembukaan samping. Colok kembali kedua pembukaan. (**Peringatan**—Pompa dan bak minyak kotak

perlengkapan pemilihan waktu tidak terhubung dengan satu sama lain dan pelumasan untuk keduanya adalah independen.

c.24 *Instrumentasi*—Memposisikan pengambilan acuan dan pengambilan injektor penting untuk memastikan bahwa pemilihan waktu injeksi dan fungsi-fungsi penundaan pembakaran seragam dan benar.

c.24.1 *Pengambilan Acuan Penetapan*—Kedua pengambilan ini identik dan dapat saling dipertukarkan. Mereka diinstal dalam suatu golongan yang diposisikan melalui roda gaya sehingga mereka membersihkan indikator roda gaya yang memicu mereka.

c.24.2 Posisikan masing-masing pengambilan dalam golongan tersebut sehingga pengambilan dengan semestinya mengacu ke indikator roda gaya sesuai dengan instruksi-instruksi yang diberikan dengan pengambilan khusus.

c.24.3 Pengukuran pengambilan ke pembersihan indikator roda gaya, jika diperlukan, akan dibuat dengan menggunakan ukuran penjajag non magnetik.

c.25 *Gap Pengambilan Injektor Penetapan*—Tetapkan gap udara ke khususnya 1 mm (0,040 inci) dengan mesin yang berhenti.

c.25.1 Pengambilan-pengambilan tunggal bisa memerlukan lebih banyak atau lebih sedikit gap udara untuk memperoleh operasi alat ukur yang tetap ketika mesin pada akhirnya berjalan tetapi terlalu sedikit gap bisa mengakibatkan pemeragaan sudut penundaan pembakaran untuk meninggalkan skala.

9.14.10. Pengkaliberan dan Kualifikasi Mesin

Pemenuhan Mesin—Diasumsikan bahwa mesin telah ditugaskan dan bahwa semua penetapan dan variabel operasi berada pada keseimbangan dan sesuai dengan mesin dasar dan penetapan instrumen dan kondisi-kondisi operasi standar.

Pemanasan mesin memerlukan khususnya 1 jam untuk memastikan bahwa semua variabel yang kritis stabil.

Pelaksanaan Pemeriksaan atas Bahan Bakar Pemeriksaan—Uji mesin ini tidak memiliki campuran bahan bakar standarisasi apapun yang memuaskan atau campuran-campuran untuk mengkualifikasi mesin tersebut. Bahan Bakar pemeriksaan merupakan cara paling membantu yang ada untuk memperbolehkan penilaian performa yang baik.

Uji satu atau lebih Bahan Bakar Pemeriksaan

Performa mesin dinilai memuaskan jika penilaian setana yang diperoleh mengenai Bahan Bakar Pemeriksaan dalam batas toleransi Bahan Bakar Pemeriksaan dihitung sebagai berikut:

$$\text{Batas Toleransi} = CN_{ARV} \pm 1,5 \times S_{ARV} \quad (3)$$

Dimana:

CN_{ARV} = nilai acuan angka setana yang berlaku atas Bahan Bakar Pemeriksaan.

1.5 = Faktor batas toleransi terpilih (K) untuk distribusi normal.

S_{ARV} = deviasi standar data Bahan Bakar Pemeriksaan yang digunakan untuk menentukan CN_{ARV} .

Dalam konteks metode uji ini, factor batas toleransi statistik (K), berdasarkan ukuran sampel (n), membiarkan estimasi persentase mesin yang akan dapat menilai Bahan Bakar Pemeriksaan dalam batas toleransi yang dihitung. Berdasarkan rangkaian data penilaian 17 sampai 20 yang digunakan untuk menentukan Bahan Bakar Pemeriksaan CN_{ARV} , dan suatu nilai $K = 1,5$. Diperkirakan bahwa dalam jangka panjang, dalam 19 kasus dari 20 kasus, setidaknya 70 % mesin akan menilai Bahan Bakar Pemeriksaan dalam batas toleransi yang dihitung.

Jika hasilnya berada diluar jarak toleransi, mesin tidak dapat diterima untuk sampel penilaian dan suatu pemeriksaan atas semua kondisi operasi dijamin diikuti oleh pemeliharaan mekanis yang mungkin memerlukan penggantian bagian-bagian penting. Mulut pipa injektor dapat menjadi faktor yang sangat penting dan harus menjadi yang pertama diperiksa atau diganti untuk mencapai pemenuhan penilaian.

9.14.11. Prosedur

a. *Penggolongan dengan Prosedur Putaran Tangan*—Lihat Catatan Tambahan X2 untuk detil pengoperasian mesin dan penyesuaian masing-masing variabel operasi tunggal.

a.1. Periksa semua kondisi operasi mesin agar sesuai dan diseimbangkan dengan mesin yang sedang bekerja dengan suatu minyak bahan bakar diesel khusus. (**Peringatan**—Sebagai tambahan terhadap tindakan-tindakan pencegahan lainnya, selalu posisikan alat ukur penundaan pembakaran (Mark II dan model-model sebelumnya) untuk MENGKALIBERKAN sebelum melanjutkan dengan penukaran bahan bakar sehingga penetapan skala penuh jarum alat ukur yang berat tidak terjadi. Penyesuaian pengkaliberan harus diperiksa sebelum masing-masing penilaian tetapi tidak pernah berubah selama suatu penilaian.)

a.2 Masukkan sampel ke suatu tangki bahan bakar yang kosong, bilas tabung kaca bahan bakar, Bersihkan udara apapun dari garis bahan bakar ke pompa dan posisikan katup pemilih bahan bakar untuk mengoperasikan mesin pada bahan bakar ini. (**Peringatan**—Sampel dan Bahan Bakar—Mudah Terbakar. Uap Berbahaya. Lihat Lampiran A1).

a.3 *Nilai Arus Bahan Bakar*—Periksa nilai arus bahan bakar dan sesuaikan mikrometer nilai arus pompa bahan bakar untuk memperoleh konsumsi 13 mL per menit. Pengukuran nilai arus akhir akan dibuat di atas suatu periode 60 ± 1 detik yang penuh. Perhatikan pembacaan mikrometer nilai arus untuk acuan.

a.4 *Pemilihan Waktu Injeksi Bahan Bakar*—Setelah menetapkan nilai arus bahan bakar, sesuaikan mikrometer pemilihan waktu injeksi komponen pompa bahan bakar untuk memperoleh pembacaan maju injeksi $13,0 \pm 0,2^\circ$. Perhatikan pembacaan mikrometer pemilihan waktu injeksi untuk acuan.

a.5 *Penundaan Pembakaran*—Sesuaikan putaran tangan untuk merubah rasio kompresi dan memperoleh pembacaan penundaan pembakaran $13,0 \pm 0,2^\circ$. Buatlah penyesuaian putaran tangan terakhir searah jarum jam (dipandang dari bagian depan mesin) untuk menghilangkan reaksi yang tidak baik dalam mekanisme putaran tangan dan kesalahan potensial.

a.6 *Penyeimbangan*—Penting untuk mencapai kemajuan injeksi yang stabil dan pembacaan penundaan pembakaran.

a.6.1 Pembacaan yang stabil harus khususnya terjadi dalam 5 sampai 10 menit.

a.6.2 Waktu yang digunakan untuk sampel dan masing-masing bahan bakar acuan harus konsisten dan tidak kurang dari 3 menit.

a.7 *Pembacaan putaran tangan*—Amati dan catat pembacaan putaran tangan sebagai indikasi perwakilan karakteristik pembakaran untuk sampel bahan bakar ini.

a.8 *Bahan Bakar Acuan No.1*—Pilih campuran bahan bakar acuan sekunder (*Bahan Bakar T* dan *Bahan Bakar U*) yang mendekati angka setana yang diperkirakan dari sampel tersebut.

CATATAN 1—Hubungan Pembacaan putaran tangan melawan angka setana berdasarkan pada prosedur ini adalah tanggungan mesin dan pemeriksaan tetapi dapat ditetapkan untuk masing-masing mesin sebagai pengalaman pengujian didapatkan setelah masing-masing pemeriksaan. Suatu plot atau tabel pembacaan putaran tangan memberikan pedoman yang sederhana untuk pemilihan bahan bakar acuan.

a.8.1 Persiapkan sekumpulan yang baru 400 atau 500 mL campuran acuan terpilih.

a.8.2 Masukkan Bahan Bakar Acuan No.1 ke salah satu tangki bahan bakar yang tidak terpakai dengan hati-hati untuk membilas garis bahan bakar dengan cara yang sama sebagaimana yang diperlihatkan untuk sampel tersebut.

a.8.3 Lakukan langkah-langkah penyesuaian dan pengukuran yang sama untuk sampel tersebut dan catat pembacaan putaran tangan yang dihasilkan.

a.9 *Bahan Bakar Acuan No.2*—Pilih campuran bahan bakar acuan sekunder lainnya yang bisa diharapkan untuk menghasilkan pembacaan putaran tangan yang menyebabkan kedua pembacaan putaran tangan bahan bakar acuan untuk menggolongkannya untuk sampel tersebut. Perbedaan antara kedua campuran bahan bakar acuan tidak melebihi 5,5 angka setana. Khususnya, campuran-campuran yang berbeda sampai 5 persen volume *Bahan Bakar T* akan menjangkau sekitar 2,7 angka setana dan campuran-campuran yang berbeda sampai 10 persen volume *Bahan Bakar T* akan menjangkau sekitar 5,3 angka setana.

a.9.1 Persiapkan sekumpulan yang baru 400 atau 500 mL campuran bahan bakar acuan yang terpilih.

a.9.2 Masukkan Bahan Bakar Acuan no,2 ke tangki bahan bakar ketiga dengan hati-hati untuk membilas garis bahan bakar dengan cara yang sama sebagaimana yang diperlihatkan untuk sampel tersebut.

a.9.3 Lakukan langkah-langkah penyesuaian dan pengukuran yang sama yang digunakan untuk sampel dan bahan bakar acuan pertama dan catat pembacaan putaran tangan yang dihasilkan.

CATATAN 2—Khususnya, tingkat arus bahan bakar harus sama untuk kedua bahan bakar acuan karena keduanya cukup mirip komposisinya.

a.9.4 Jika pembacaan putaran tangan untuk sampel yang digolongkan dengan campuran-campuran bahan bakar acuan, teruskan pengujian; jika tidak cobalah campuran(-campuran) bahan bakar acuan tambahan sampai persyaratan ini terpenuhi.

a.10 *Ulangi Pembacaan*—Setelah pengoperasian campuran bahan bakar acuan kedua yang memuaskan, lakukan langkah-langkah yang diperlukan untuk menjalankan kembali Bahan Bakar Acuan No.1, kemudian sampel dan akhirnya Bahan Bakar Acuan No.2. Untuk masing-masing bahan bakar, pastikan untuk memeriksa semua parameter dengan seksama dan biarkan pengoperasian untuk mencapai keseimbangan sebelum mencatat pembacaan putaran tangan. Pertukaran bahan bakar akan menjadi seperti yang digambarkan dalam Gbr. 3 Urutan Pembacaan Sampel dan Bahan Bakar Acuan A.

a.10.1 Jika suatu sampel segera diuji mengikuti satu untuk mana Bahan Bakar Acuan No.2 akan berlaku, pembacaan putaran tangan bahan bakar acuan itu dapat digunakan untuk

sampel yang baru. Pertukaran bahan bakar maka akan seperti yang digambarkan dalam Gbr. 3, Urutan Pembacaan Sampel dan Bahan Bakar Acuan B.

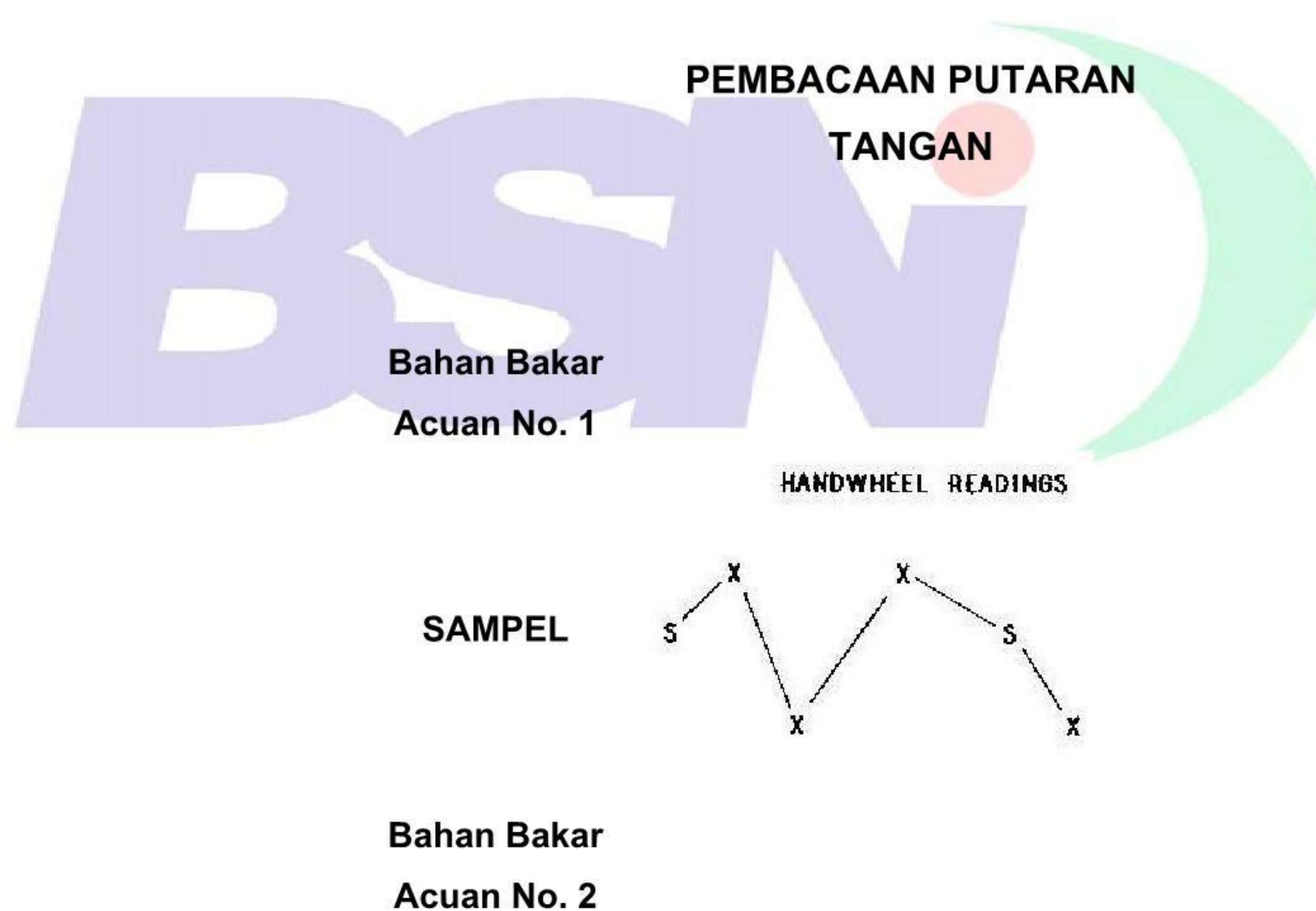
9.14.12. Penghitungan Angka Setana

- Hitung rata-rata pembacaan putaran tangan untuk sampel dan masing-masing campuran bahan bakar acuan.
- Hitung angka setana dengan interpolasi dari rata-rata pembacaan putaran tangan ini yang sebanding dengan angka setana dari campuran bahan bakar acuan golongan sesuai dengan Eq 4. Lihat Gbr. 5.

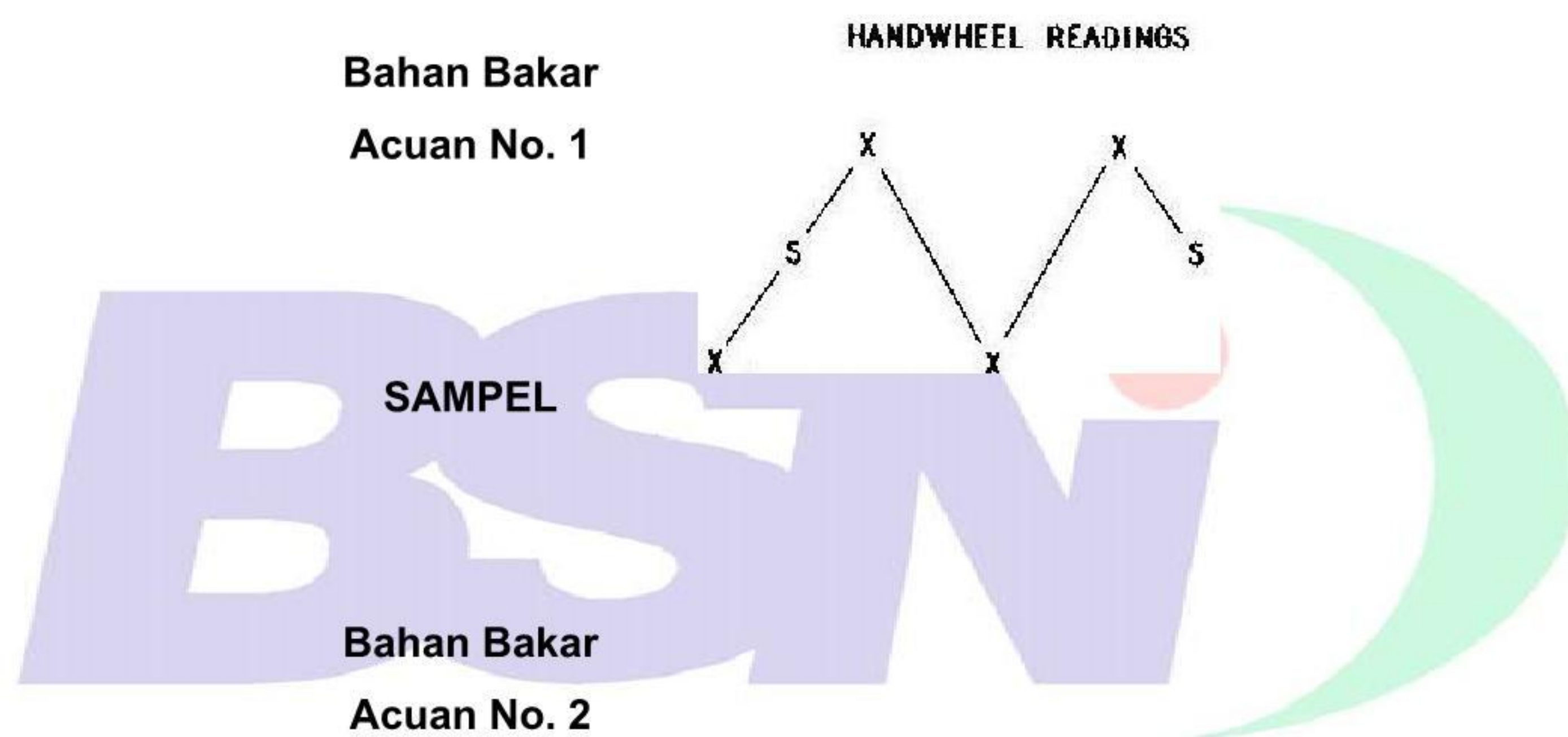
b.1 Untuk Prosedur Penggolongan Putaran Tangan:

$$CN_5 = CN_{LRF} + \left(\frac{HW_5 - HW_{LRF}}{HW_{HRF} - HW_{LRF}} \right) (CN_{HRF} - CN_{LRF})$$

URUTAN PEMBACAAAN SAMPEL DAN BAHAN BAKAR ACUAN A.



URUTAN PEMBACAAN SAMPEL DAN BAHAN BAKAR ACUAN B
PEMBACAAN PUTARAN
TANGAN

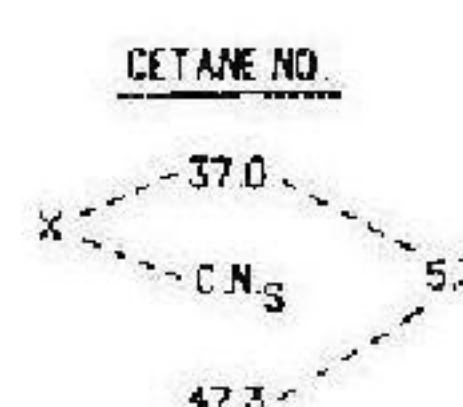
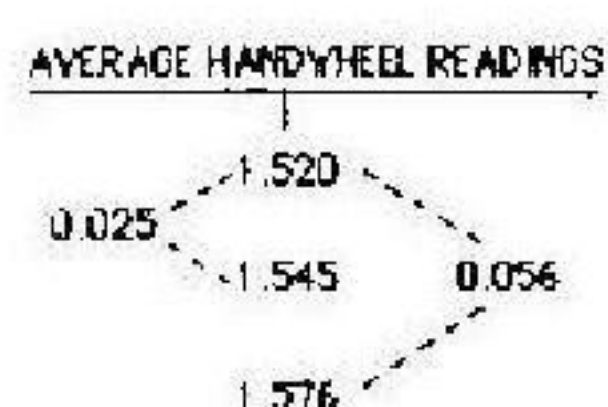


GBR. 5 Urutan Pembacaan Sampel dan Bahan Bakar Acuan

PROSEDUR PENGGOLONGAN PUTARAN TANGAN

RATA-RATA
PEMBACAAN
PUTARAN TANGAN

NO. SETANA



Bahan Bakar
Acuan 1 (LRF)

Sampel (s)

Bahan Bakar
Acuan 2 (HRF)

$$\begin{aligned}
 CN_s &= CN_{CRF} + \left(\frac{HV_s - HV_{LRF}}{HV_{HRF} - HV_{LRF}} \right) (CN_{HRF} - CN_{LRF}) \\
 &= 37,0 + \left(\frac{1,545 - 1,520}{1,576 - 1,520} \right) (42,3 - 37,0) \\
 &= 37,0 + (0,446)(5,3) = \underline{39,4}
 \end{aligned}$$

GBR. 6 Contoh Penghitungan Angka Setana

Dimana:

CN_s = angka setana sampel,

CN_{LRF} = setana bahan bakar acuan rendah

- CN_{HRF} = angka setana bahan bakar acuan tinggi
 HW_S = pembacaan putaran tangan sampel
 HW_{LRF} = pembacaan putaran tangan bahan bakar acuan rendah, dan
 HW_{HRF} = pembacaan putaran tangan bahan bakar acuan tinggi.

b.2 Jangan menyisipkan dengan menggunakan persen volume campuran bahan bakar acuan nilai Bahan Bakar T dan mengubah persn ekuivalen itu ke bilangan setana.

c. Bulatkan angka setana yang dihitung ke kesepuluh terdekat. Setiap angka setana yang berakhir tepat 5 pada tempat desimal kedua akan dibulatkan ke bahkan angka sepuluh terdekat; contohnya, bulatkan 35,55 dan 35,65 ke angka setana 35,6.

9.14.13. Laporan

- Laporkan hasil yang dihitung sebagai angka setana.
- Jika sampel disaring sebelum pengujian, masukkan informasi ini dalam laporan.

9.14.14. Ketepatan dan Bias

a. *Ketepatan Prosedur Penggolongan Putaran Tangan*—Ketepatan metode uji dan prosedur ini yang didasarkan pada pengujian statistik hasil uji antar laboratorium adalah sebagai berikut:

a.1. *Keberulangan*—Perbedaan antara dua hasil uji, yang diperoleh pada sampel-sampel uji yang identik dalam kondisi-kondisi keberulangan akan, dalam jangka panjang, dalam pengoperasian yang normal dan benar metode uji, melebihi nilai-nilai dalam Tabel 6 hanya dalam 1 dari 20 kasus.

Tabel 6. Batas Keberulangan dan Reproduksi Angka Setana

| Rata-Rata Angka Setana Tingkat ^A | Batas Keberulangan Angka Setana | Batas Reproduksi Angka Setana |
|---|---------------------------------|-------------------------------|
| 40 | 0,8 | 2,8 |
| 44 | 0,9 | 3,3 |
| 46 | 0,9 | 3,8 |
| 52 | 0,9 | 4,3 |
| 56 | 1,0 | 4,8 |

Nilai ^A untuk lanjutan angka-angka setana ke yang tercantum dalam daftar di atas, bisa diperoleh dengan interpolasi linear.

a.2 *Reproduksi*—Perbedaan antara dua hasil tunggal dan independen yang diperoleh pada sampel-sampel uji yang identik dalam kondisi-kondisi reproduksi akan, dalam jangka panjang, dalam pengoperasian yang normal dan benar metode uji, melebihi nilai Tabel 6 hanya dalam 1 dari 20 kasus.

a.3 Batas ketepatan keberulangan berdasarkan pada data program pengujian sampel bulanan Kelompok Pertukaran Nasional ASTM (NEG) dari pertengahan tahun 1978 sampai 1987. Selama periode ini masing-masing sampel pertukaran dinilai dua kali pada hari yang sama oleh operator yang sama pada satu mesin di masing-masing laboratorium anggota.¹⁴

a.4 Batas ketepatan reproduksi berdasarkan gabungan data program pengujian sampel bulanan NEG dari pertengahan tahun 1978 sampai pertengahan tahun 1992, data sampel bulanan Institut Minyak Bumi untuk tahun 1988 sampai pertengahan tahun 1992 dan data sampel bulanan Institut Francais du Petrole untuk tahun 1989 sampai awal tahun 1992.

a.5 Kombinasi sejumlah besar rangkaian sampel dan fakta bahwa masing-masing sampel diuji oleh 12 sampai 25 laboratorium memberikan suatu gambaran yang komprehensif mengenai ketepatan yang dapat dicapai dengan menggunakan metode uji ini. Dianalisa secara grafis, deviasi-deviasi standar sampel masing-masing diplotkan melawan angka setana. Variasi dalam ketepatan berkenaan dengan tingkat angka setana untuk data ini paling baik dinyatakan dengan regresi linear nilai-nilai. Rata-rata deviasi standar untuk masing-masing tingkat angka setana telah dikalikan dengan 2 772 untuk memperoleh nilai batas masing-masing.

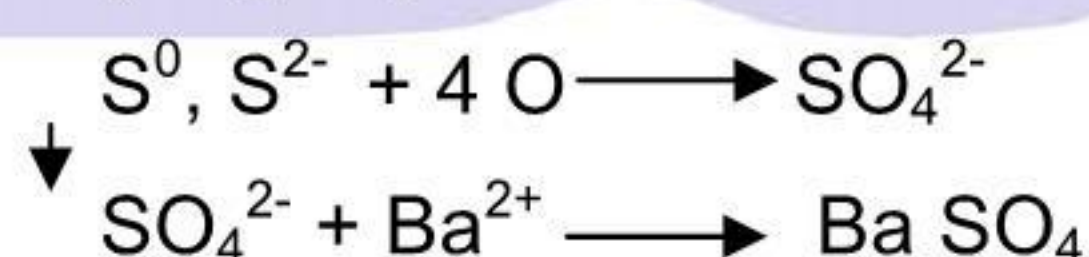
b. *Bias*—Prosedur dalam metode uji ini untuk angka setana bahan bakar diesel tidak memiliki bias karena nilai angka setana dapat ditetapkan hanya dalam pengertian metode uji.

9.15. Kadar Belerang

9.15.1. Prinsip

Belerang dan senyawa-senyawanya dioksidasikan dengan larutan $\text{KBr-Br}_2\text{-HNO}_3$ menjadi sulfat. Larutan BaCl_2 ditambahkan ke dalam filtrat dalam suasana HCl sehingga terbentuk endapan BaSO_4 , kemudian ditetapkan secara gravimetri.

Reaksi yang terjadi :



9.15.2. Peralatan

- Gelas piala 1000, 400 dan 250 ml
- Corong tangkai panjang \varnothing 11 cm
- Cawan poselen
- Tungku pemanas maksimum 1200°C dan pembakar meker
- Timbangan analitik dengan ketelitian 4 desimal
- desikator vakum

- g. kertas saring Whatman No. 42
- h. Pipet ukur 10 ml
- i. kaca arloji
- j. batang pengaduk berlapis karet

9.15.3. Pereaksi

- a. asam nitrat (HNO_3) p.a
- b. asam klorida (HCl) p.a
- c. larutan kalium bromida-brom (KBr-Br_2)
- d. larutan 160 g KBr dengan akuades secukupnya, aduk sampai larut, tambahkan sambil diaduk 100 ml Br_2 , jadikan larutan menjadi volume 1000 ml, simpan dalam botol pereaksi berwarna coklat. Simpan larutan menjadi volume 1000 ml, simpan dalam botol pereaksi berwarna coklat. Simpan larutan selama 1 hari sebelum dipakai
- f. larutan barium klorida (BaCl_2) 10%
(larutkan 10 g barium klorida dengan 100 ml akuades, aduk sampai homogen)
- g. Larutan perak nitrat 0,1%
(larutkan 0,1 g perak nitrat (AgNO_3) dengan akuades, aduk sampai larut dan masukkan ke dalam botol berwarna coklat

9.15.4. Prosedur Pengujian

- a. Timbang dengan teliti 0,2 – 1,0 g contoh, masukkan ke dalam gelas piala 250 ml.
- b. Basahkan contoh dengan sedikit akuades, tambahkan 15-25ml larutan campuran KBr-Br_2 , aduk, tutup dengan kaca arloji kering, biarkan selama lebih kurang 15 menit.
- c. Tambahkan 15-25 ml HNO_3 p.a., biarkan selama lebih kurang 15 menit, panaskan perlahan-lahan sambil ditutup sampai asap brom keluar, buka penutupnya kemudian panaskan sampai kering.
- d. Tambahkan 10 ml HCl p.a., panaskan lagi sampai kering.
- e. Tambahkan 4 ml HCl p.a. dan 100 ml akuades panas. Bila contoh mengandung Pb, tambahkan larutan amonium asetat pekat.
- f. Panaskan larutan sampai garam-garam larut, saring dan tampung larutan ke dalam gelas piala 400 ml, bilas dan cuci endapan dan gelas piala dengan akuades panas sampai bersih.
- g. Didihkan larutan, kemudian tambahkan lebih kurang 10 ml larutan BaCl_2 10% panas dengan perlahan-lahan sambil diaduk, lanjutkan pemanasan di atas penangas air minimum 1 jam atau biarkan mengendap selama 1 malam.
- h. Saring endapan dengan kertas saring Whatman No. 42 atau yang sejenis, bilas dan bersihkan endapan yang menempel pada gelas piala dengan batang pengaduk yang berlapis karet (*policemen*), dan cuci endapan sampai bersih dengan akuades panas sampai bebas Cl (uji larutan terakhir dengan larutan AgNO_3).

- i. Timbang cawan porselen kosong yang telah dipijarkan (A) dan masukkan kertas saring yang berisi endapan ke dalam cawan tersebut.
- j. Panaskan endapan perlahan-lahan di atas pembakar Meker sampai menjadi arang, pijarkan di dalam tungku pemanas pada suhu lebih kurang 750° C sampai endapan berwarna putih, dinginkan dalam desikator vakum.
- k. Timbang cawan yang berisi endapan BaSO₄ (B) sampai berat tetap atau perbedaan maksimum 0,2 mg dan hitung kadar S total.

9.15.5. Perhitungan

$$\text{Kadar belerang (S) total (\%)} = \frac{B - A}{W} \times f_k \times 100$$

Keterangan:

A adalah berat cawan kosong dalam gram;

B adalah berat cawan + endapan setelah pemijaran dalam gram;

f_k adalah faktor kimia S/BaSO₄ = 0, 1373 ; dan

W adalah berat contoh dalam gram.

9.15.6. Pelaporan

Pelaporan harus meliputi:

- 1) Jenis dan jumlah contoh,
- 2) Asal dan pengirim contoh,
- 3) Tanggal penerimaan,
- 4) Tanggal selesai,
- 5) Unsur yang diperiksa,
- 6) Nama teknisi,
- 7) Kadar S total dengan ketelitian 2 desimal dalam persen.

Bibliografi

- ASTM D 2709, *Standard test method for water and sediment in middle distillate fuels by centrifuge.*
- ASTM D 1796, *Standard test method for water and sediment in fuels oils by centrifuge method (laboratory procedure).*
- ASTM D 664, *Standard test method for acid number of petroleum product by potentiometric titration.*
- AOCS Cd 3d-63, *Acid Value of Fats and Oils.*
- ASTM D 974, *Standard test method for Acid Number*
- ASTM D 1298, *Standard test method for density, relative density (Specific gravity), or API Gravity of crude petroleum and liquid petroleum products by hydrometer method.*
- SNI 06-0703-1999, *Cara Uji Bobot Jenis, Kerapatan Jenis dan Derajat API minyak bumi dan produk cair minyak bumi dengan hidrometer.*
- ASTM D 445, *Standard test method for kinematic viscosity of transparent and opaque liquids (and calculation of dynamic viscosity)*
- ASTM D 613, *Standard test method for Cetane number of diesel fuel oil.*
- ASTM D 93, *Standard test method for flash – Point by Pensky – Martens closed cup tester.*
- SNI 06-4988-1999, *Cara Uji Titik Tuang produk minyak bumi*
- ASTM D 130, *Standard test method for corrosiveness to copper from petroleum products by copper strip test.*
- ASTM D 4530, *Standard test method for determination of carbon residue (micro method).*
- ASTM D 1160, *Standard test method for distillation of petroleum products at reduced pressure.*
- SNI 06-0706-1999, *Cara Uji Distilasi produk minyak bumi*
- ASTM D 874, *Standard test method for sulfated ash from lubricating oils and additives.*
- ASTM D 5453, *Standard test method for determination of total sulfur in light hydrocarbons, motor fuels and oils by ultraviolet fluorescence.*
- ASTM D 1266, *Standard test method for sulfur in petroleum products (lamp method).*
- AOCS Ca 12-55, *Phosphorus (colorimetric).*
- AOCS Cd 1-25, *Iodine value of fats and oils (Wijs method).*
- SNI 01-3555-1998, *Cara Uji Minyak dan Lemak*
- SNI 13-6591-2001 – *Penentuan kadar belerang (S) total contoh mineral dengan pelarutan KBr- Br₂-HNO₃*
- Paquout., C. IUPAC, *Standard methode for Analysis of Oils, Fat and Derivates*, 6th edition, Pergamon, 1979.
- Gerhard Knothe, Jon Van Gerpen, Jurgenkrahl, *The Biodiesel Handbook*, AOCS PRESS, Campaign, Illinois, 2004.

- Gubitz, G.M., M. Mittelbach, dan M. Trabi. 1999. Exploitation Of The Tropical Oil Seed Plant *Jatropha curcas* L. *Bioresource Technology*, 67, 73-82.
- Hambali E, et al. 2006. Jarak Pagar: Tanaman Penghasil Biodiesel. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hui, Y. H. 1996. Bailey's Industrial Oil and Fat Products : Edible Oil and Fat Products Processing Technology. New York. John Wiley & Sons, Inc. Vol. 2.
- Mittelbach M, Remschmidt C. 2004. *Biodiesel The Comprehensive Handbook*, Boersedruck Ges.m.b.H, Viena.
- Yusoff MSA, Thiagarajan T. 1993. Refining and Downstreaming Processing of Palm and Palm Kernel Oil Product Technology, Kuala Lumpur. 81-87.
- J.G. Theme. Coconut Oil Processing, Food and agriculture Organization of thr united nations, Rome, 1968.
- Keith Owen,Trevor Coley. Automotive Fuels Reference Book, Second edition, 1995
- Dr. William Horwitz, editor Dr. George W Latimer, Jr. Assistant editor. Official methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL, 18th Edition,2005









BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id